

Katedra veterinárních disciplín



**Užitkovost a reprodukční výkonnost dojnic po
operativním řešení levostranné dislokace slezu**

Disertační práce

Autor: MVDr. Tomáš Haloun

Školitel: prof. Ing. Mgr. Markéta Sedmíková, Ph.D.

Poděkování

Děkuji svým spolupracovníkům za odborné vedení při vypracování předkládané disertační práce a manželce za pomoc a podporu.

Souhrn

Levostranná dislokace slezu (LDS) je významné produkční onemocnění dojného skotu, které se vyskytuje v chovech dojnic v menší, nebo větší míře. Důvodem je skutečnost, že se jedná o polyfaktoriální onemocnění. Na jeho vzniku se tedy podílí více příčin a predispozičních faktorů různě se kombinujících. Je zřejmé, že úplná eliminace všech těchto faktorů v provozních podmínkách není možná. LDS lze řešit více či méně invazivními operativními metodami, přičemž dominuje laparoskopický a laparotomický přístup. Ovšem samotná LDS i následný chirurgický zákrok ovlivňuje zdravotní stav zvířete, což se promítá do snížené produkční výkonnosti dojnice. Cílem práce bylo porovnat úspěšnost jednotlivých uvedených metod ve vztahu k produkční a reprodukční výkonnosti dojnic. Operativní řešení LDS bylo také zhodnoceno z pohledu ekonomických ztrát. Sledování biochemického profilu dojnic mělo za úkol zmapovat průběh rekonvalescence operovaných dojnic.

Do studie bylo zařazeno 227 dojnic holštýnského plemene z jednoho chovu trpících LDS, které byly rozděleny do dvou skupin. Do skupiny operované ventrální laparoskopickou abomasopexí (Janowitzova metoda, LS, $n = 176$) a do skupiny operované omentopexí zprava (Dirksenova metoda, LT, $n = 51$). Jako kontrolní byla použita všechna ostatní zvířata, která se v chovu po dobu sledování vyskytovala ($n = 7051$). Hodnocena byla data získaná z kontroly užitkovosti a záznamy chovatele (interkurentní onemocnění, aplikovaná antibiotika, měsíční nádoj, datum operace, datum vyřazení, inseminační index, procento březosti, ekonomické ukazatele).

Pravděpodobnost vyřazení krav během dané laktace ani pravděpodobnost, že zahájí laktaci a nepostoupí do další, nebyla celkově, ani v rámci jednotlivých laktací ovlivněna zvolenou operační metodou ($p > 0,05$). Vyřazování operovaných zvířat na všech jednotlivých laktacích bylo ovšem signifikantně pravděpodobnější ($p < 0,05$) oproti situaci dojnic na srovnatelné laktaci v rámci celého stáda. U skupiny laparoskopicky operovaných dojnic byla popsána nižší úmrtnost a vyřazování zvířat do třiceti dní po operaci (6,8 % vs. 13,7 %) ($p > 0,05$). Z hlediska dlouhodobé přežitelnosti bylo popsáno 60,6 % znovu otelených krav v laparoskopicky operované skupině a 50,9 % znovu otelených krav v laparotomicky operované skupině. Nicméně přes relativně velkou skupinu operovaných zvířat a trend ve prospěch laparoskopicky operované skupiny se nejedná o signifikantní výsledek.

Z výsledků vyplývá, že nádoj se mezi operovanými krávy a stádem lišil pouze na 3. a 4. laktaci, přičemž neoperovaná zvířata nadojila signifikantně větší množství mléka ($p < 0,05$). Dále na 3. laktaci, ve které proběhla operace, nadojily více kg mléka laparotomicky

operované dojnice ($p < 0,05$). Při hodnocení reprodukce nebyl prokázán statisticky průkazný rozdíl v procentu zabřezlých krav mezi celým stádem a operovanými krávami, ani mezi krávami operovanými laparoskopicky a laparotomicky ($p > 0,05$). Stejně tak zaznamenán statisticky průkazný rozdíl v hodnotách hrubého inseminačního indexu mezi krávami operovanými laparoskopicky a laparotomicky ($p > 0,05$). Zvolený typ operační metody neměl tedy na hodnoty většiny hodnocených parametrů produkce a reprodukce signifikantní vliv.

Na postižené laktaci bez ohledu na operační metodu byla zaznamenána statisticky nevýznamná o 543 litrů nižší užitkovost, se kterou je kalkulováno v ekonomické rozvaze. Navíc došlo v rámci této práce k vývoji softwaru pro zpracování měsíčních dat nádojů mléka z kontroly užitkovosti, který dokáže predikovat výsledky normované laktace korigované od sezónních vlivů i postupně se zvyšující užitkovosti stáda. Tento program může být využit i v jiných případech dlouhodobého sledování.

V ekonomické analýze byla zjištěna ztráta na jeden případ LDS 23106,5 CZK při výpočtu rozvahou a 21585 CZK v simulačním programu ARENA. Tyto výsledky podtrhují potřebu volby efektivní metody repozice dislokovaného slezu a vykreslují finanční pozadí této produkční choroby.

Biochemická analýza krve poskytla informace o signifikantně rychlejší normalizaci biochemických parametrů (TP, Mg, NEMK, CHOL, HAPT) mezi prvním a desátým dnem sledování u laparoskopicky operované skupiny zvířat. Z toho lze vyvozovat, že minimální invazivnost laparotomické metody má zejména v brzkém pooperačním období pozitivní vliv na rychlost rekonvalescence operovaných zvířat.

Z hlediska rozhodnutí o metodě repozice dislokovaného slezu lze za významné považovat, že laparoskopicky vedená operace je snadno proveditelná a že nepoužití antibiotik, které bylo u 43 % z laparoskopické skupiny popsáno, nezhoršuje oproti laparotomické skupině výsledek operace. Za výhodné pro laparotomickou metodu lze označit snadnou proveditelnost bez nutnosti větší investice do vybavení, což tuto metodu činí atraktivní i pro veterinární buiatrické praxe s nepřilíživou vysokou incidencí těchto zákroků.

Klíčová slova: kráva, levostranná dislokace slezu, laparoskopická abomasopexie, omentopexie, přežitelnost, biochemická analýza

Summary

Left abomasal displacement (LDA) is an important production disease of dairy cows. Herd prevalence differs among individual herds as it is a polyfactorial disease. There is a combination of conditions and predisposing factors that leads to disease. This is why a total elimination of all these factors is impossible in field conditions. There are several surgical methods of LDA treatment that differ in invasiveness but two dominant methods are laparoscopy and laparotomy. LDA and subsequent surgery also affect the health status of the animal that is reflected in lower milk productivity. The aim of this study was to compare the effect of both abovementioned methods on reproduction and milk production. LDA surgery was evaluated based on the economic outcomes. The aim of biochemical profiles was to trace the recovery process of the animals after surgery.

The 227 Holstein dairy cows from the herd with high LDA prevalence were included in the study. Cows diagnosed with LDA were divided into two groups: laparoscopic abomasopexy group (LS, n = 176) and laparotomic omentopexy group (LT, n = 51). All other animals that were in the farm during the experiment were included in the control group. (n=7051). DHI data and data from farm management software (intercurrent diseases, antibiotic application, milk productivity per month, surgery date, cull date, service per pregnancy and conception rate) were used.

The cull risk and the probability of unfinished lactation after freshening was not affected by lactation number or surgery method. ($p > 0,05$). The cull risk was significantly higher for all cows after surgery ($p < 0,05$) compared to control group of cows of the same lactation. The death rate and cull risk in the first 30 days after surgery was lower for LS group (6,8 % vs. 13,7 %) ($p > 0,05$). A long-term survivability for LS group was 60,6 % (from calving to calving) and 50,9 % for LT group. But even if this value is favourable for LS group the difference was not statistically significant.

The milk productivity was significantly higher ($p < 0,05$) for control group than for groups after surgery only for cows on the 3rd and the 4th lactation. LS cows on the 3rd lactation had significantly higher milk productivity ($p < 0,05$) than LT cows. No statistic difference in pregnancy rate and service per conception for control group and LS and LT group was recognized ($p > 0,05$) We can conclude that for majority of the production and reproduction parameters there was no significant statistic difference between LS and LT groups.

Cows after surgery had a statistically insignificant decrease in milk production of 543 liters for this particular lactation compared to control group. The milk loss was not affected by surgical method. This milk loss was also calculated in balance sheet. Within a framework of this study a software for processing milk productivity data from monthly test days was developed. This software can predict standardized 305 productivity and removes seasonal impacts and the impact of increasing milk productivity. This software can be used in future long-term studies.

In our economic analysis financial loss per case of LDA was 23106,5 CZK if balance sheet was used and 21585 CZK if ARENA simulation software was used. This underlines the necessity for choosing an effective method of surgical reposition of LDA and shows the financial background of this production disease.

Blood biochemical analysis revealed a significantly quicker normalization of biochemical parameters (TP, Mg, NEMK, CHOL, HAPT) from D0 to D10 in LS group. We can conclude that a minimal invasiveness of laparoscopy has a positive effect on convalescence in early post-surgery period.

The advantage of LS method is an easiness of the procedure and the fact that no antibiotics were used in 43 % of cases and the results were the same as for LT method. The advantage of LT method is that the surgery itself is quite easy and that it is not necessary to make large investment to the equipment which makes it favourable for bovine practices with lower incidence of LDA cases.

Keywords: cow, left abomasal displacement, laparoscopic abomasopexy, omentopexy, survivability, biochemical analysis

Obsah

1. Úvod	1
2. Literární přehled	2
2.1. Charakteristika onemocnění	2
2.2. Topografická anatomie uložení slezu	2
2.3. Predispoziční faktory pro LDS	5
2.4. Genetické aspekty onemocnění	7
2.5. Klinické příznaky a diagnostika onemocnění	8
2.6. Změny hematologického a biochemického profilu související s LDS	9
2.7. Metody řešení dislokace slezu.....	12
2.7.1. Laparotomické metody řešení LDS	13
2.7.2. Laparoskopické metody řešení LDS	15
2.8. Porovnání efektivity operačních metod (úspěšnost, komplikace, produkce).....	19
2.9. Ovlivnění produkčních a reprodukčních ukazatelů dojnic postižených LDS	23
2.10. Ekonomické aspekty produkčních a reprodukčních ztrát	25
3. Hypotézy a cíle práce.....	30
4. Materiál a metody.....	32
4.1. Charakteristika chovu	32
4.2. Vlastní sledování a analýzy.....	33
4.2.1. Postupy operací.....	33
4.2.2. Sledovaná data	36
4.2.3. Zpracování dat a jejich analýza	37
4.3. Statistické metody.....	40
5. Výsledky	42
6. Diskuze	66
7. Závěr	79
8. Seznam použité literatury:	81
9. Přílohy.....	101

Seznam použitých zkratk

ALP alaninaminotranseráza

ALBU albumin

AST aspartátaminotransferáza

ATB antibiotika

BAF bílkoviny akutní fáze

BHB beta-hydroxybutyrát

Ca vápník

CAT kriticky hodnocené téma

Cl chlor

ČR Česká republika

CZK česká koruna

EBVM evidence based veterinary medicine

EUR euro

GDH glutamát dehydrogenáza

GLU glukóza

GMT gamaglutymyltransferáza

HAPT haptoglobin

CHOL cholesterol

K draslík

LDS levostranná dislokace slezu

NEB negativní energetická bilance

Mg hořčík

Na sodík

NEMK neesterifikované mastné kyseliny

NaN nenumerická, nereprezentativní hodnota (Not a Number)

P fosfor

PDS pravostranná dislokace slezu

PSB počet somatických buňek

PVS pravostranný volvulus slezu

pH kyselost, vodíkový exponent (potential of hydrogen)

SE směrodatná odchylka

TAG triacylglyceroly

TMR směsná krmná dávka (total mixed ratio)

TP celková bílkovina

UREA močovina

USD americký dolar

vs. versus

1. Úvod

V posledních třiceti letech došlo k výraznému snížení počtu dojného skotu v ČR, zároveň se zvýšila úroveň jednotlivých chovů a stoupla užitkovost chovaných dojnic. V posledních letech také dochází k implementaci zásad preventivní a produkční veterinární medicíny do buiatrické praxe, kdy základem práce veterinárního lékaře není jedinec jako takový, ale měřítkem úspěchu se stává tvorba zdravého stáda. Kromě základní problematiky mastitid, reprodukce a onemocnění končetin patří do oblasti preventivní medicíny i řešení výskytu dislokace slezu.

Důležitým úkolem zootechnických a veterinárních pracovníků je analýza, aktivní vyhledávání a následné omezování rizikových faktorů podílejících se na vzniku tohoto onemocnění, což vede k trvale nízké incidenci dislokací v konkrétním chovu. Je třeba zdůraznit, že výskyt dislokací slezu lze při pečlivé diagnostice zaznamenat takřka v každém chovu dojného skotu a to i u dojnic s nízkou užitkovostí. Důležitou součástí práce praktického veterinárního lékaře je volba odpovídající metody repozice již vzniklých dislokací. Zvolená metoda by neměla být obtížně proveditelná a nadměrně finančně nákladná, měla by zabezpečovat minimalizaci ztrát způsobených tímto onemocněním často u velmi cenných zvířat. Podobně jako v humánní medicíně se i ve veterinární chirurgii začíná uplatňovat snaha o co nejmenší traumatizaci tkání a snížení bolestivosti operačních zákroků, což může mít vliv na rychlejší obnovení produkčních a reprodukčních schopností postiženého zvířete. Výzkum tohoto předpokladu ve formě porovnání provedení laparoskopické a laparotomické metody repozice dislokovaného slezu a vlivu těchto metod na produkční, reprodukční a ekonomické ukazatele je podstatou předkládané práce.

Samotná operace dislokace slezu je v současné době nejčastějším chirurgickým zákrokem v dutině břišní skotu a rutinní osvojení si odpovídající metody repozice slezu se stává pro veterinární lékaře důležitou podmínkou pro práci v terénní buiatrické praxi.

2. Literární přehled

2.1 Charakteristika onemocnění

Levostranná dislokace slezu (dále jen LDS) u dojnic již patří mezi velmi známá onemocnění. První případy jsou popisovány v padesátých letech minulého století a předpokládá se, že se vyskytovaly již dříve (Begg 1950; Begg & Whiterford 1956). LDS jako taková se týká především dojnic mléčných plemen, ve výjimečných případech byla však diagnostikována také u telat a krav masného skotu a raritně i u býků (Fenelly 1984; Roussel et al. 2000; Oman et al. 2016).

Existuje řada studií zabývajících se průměrnou incidencí dislokace slezu. Výsledky z Německa ukazují průměrnou incidenci tohoto onemocnění okolo 3,9 %. V Dánsku byla publikována studie s incidencí 0,12 – 1,9 %, v Izraeli 1,7 % a v USA 2,2 % (Hesseselholz & Grymer 1979; Lyons et al. 1991; Nottebrock & Ferking 1997; Heimberg 1999). V chovech, ve kterých není zajištěna kvalitní a vybalancovaná krmná dávka, a kde díky tomu trpí dojnice po otelení jinými zdravotními problémy, dosahuje incidence onemocnění i 10 % (Markusfeld 1986; Szelenéyi et al. 2014; Sickinger 2017).

Onemocnění se vyskytuje nejčastěji do 4-6 týdnů po porodu, v náročném období plném metabolických změn, kdy je dojnice náchylná k řadě chorob (Píšťková et al. 2019). Je ale možný jeho výskyt po celou dobu laktace (Nottebrock & Ferking, 1997; Heimberg 1999; Baird 2012; Fodor et al. 2015). To, že dislokace slezu patří i k ekonomicky významným onemocněním, potvrdili Geishauser et al. (2000), který odhadl každoroční ekonomické ztráty v severní Americe vlivem tohoto onemocnění na 220 milionů dolarů.

2.2. Topografická anatomie uložení slezu

Předžaludky a žaludek tvoří u přežvýkavců rozsáhlá ústrojí v břišní dutině, v nichž se potrava skladuje a připravuje na další trávení ve střevě. V předžaludcích (bachor, čepec, kniha) zpracovávají potravu mikroorganismy, v žaludku se potrava dostává do silně kyselého prostředí, v němž proteolytické šťávy potravu částečně zkapalní a natráví její bílkoviny (Najbrt 1980).

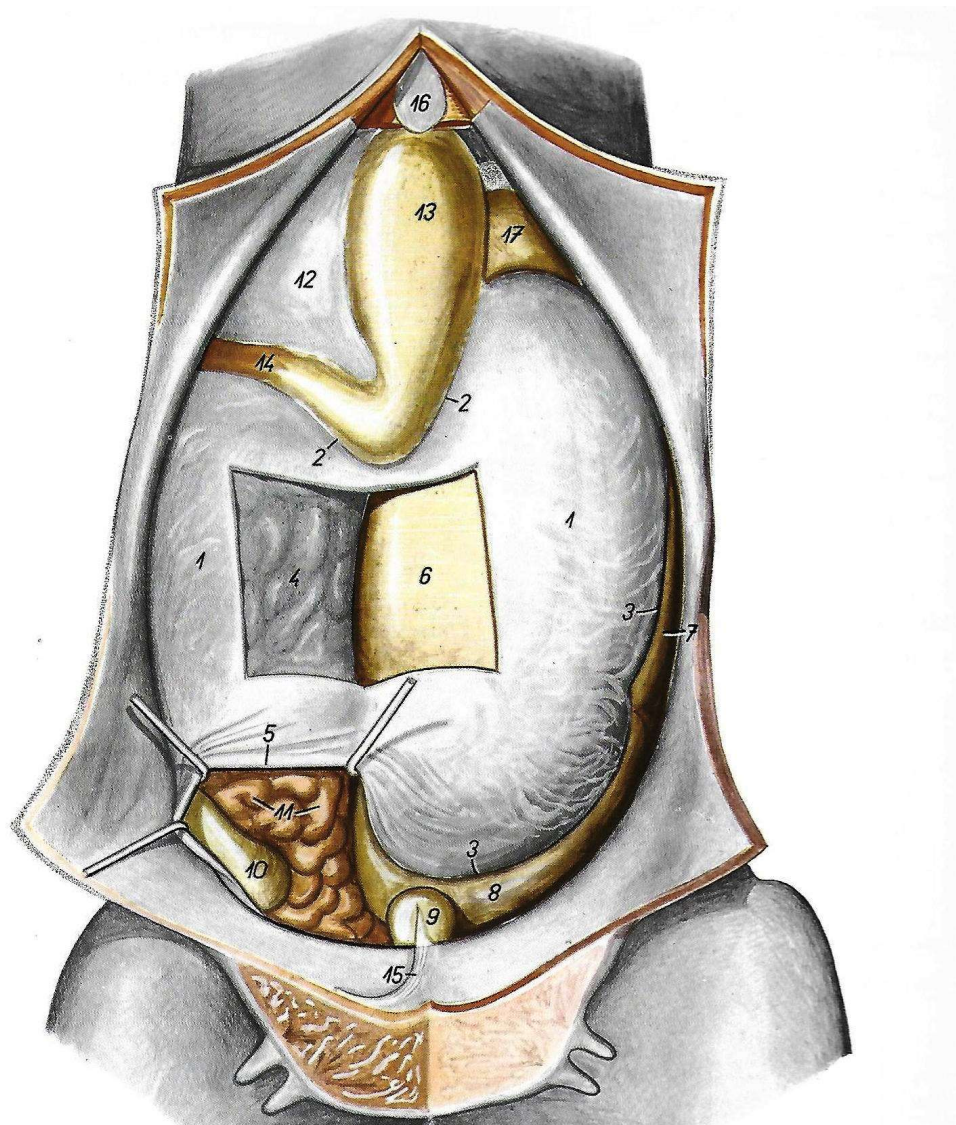
Slez (abomasum) jako takový je vlastní žaludek skotu. Tvarem připomíná kužel, který je v polovině délky ostře zahnutý. Objem má 10 – 20 litrů. Na povrchu slezu lze rozeznat

ventrálně obrácené velké zakřivení (*curvatura major*) a na dorsální straně rozeznáváme malé zakřivení (*curvatura minor*). Na levé dorsokraniální straně se slez napojuje na hrdlo knihy (*collum omasi*), která v sobě uzavírá knihoslezový otvor (*ostium omasoabomasicum*). Nalevo od *ostium omasoabomasicum* se slez vyklene ve slezovou výduť (*fundus abomasi*). Od ní napravo popisujeme tělo slezu (*corpus abomasi*). Za ostrým ohybem úhlu slezu je vrátničná část slezu (*pars pylorica*). Do široké dutiny těla a výdutě slezu vystupují ze stěny spirálovitě probíhající duplikatury sliznice, tvořící 12 - 14 spirálních řas (*plicae spirales*). Pylorická část sliznice tyto řasy neobsahuje. Vrátník (*pylorus*) uzavírá přechod mezi slezem a dvanáctníkem. *Pylorus* naléhá na ventrální část 9. nebo 10. mezižeberního prostoru. Dutina pylorické části slezu se v něm zužuje do vrátničného kanálu (*canalis pyloricus*), který ze strany velkého zakřivení obtáčí neúplný svěrač, tvořený podkovovitě probíhajícími svalovými snopci. Neúplný svěrač doplní vrátničná zátka (*torus pyloricus*). *Torus pyloricus* je podélně postavený val, 3 až 4 cm dlouhý, 1 až 2 cm vysoký, který tvoří pod sliznicí nahloučená tuková tkáň, protkaná pruhy hladké svaloviny. Slez leží svým tělem na ventrální břišní stěně mezi knihou a ventrálním bachorovým vakem. *Fundus abomasi* se vkládá na levou stranu mezi čepec a ventrální bachorový vak a proniká až k levému žebernímu oblouku. *Ostium omasoabomasicum* leží téměř v mediánní rovině, od něho na pravou stranu postupuje *curvatura minor*, která přiléhá k ventrální části knihy. Pylorická část vystupuje dorsálním směrem podél kaudolaterálního okraje knihy. *Pylorus* leží těsně ventrálně pod pravým žeberním obloukem v prodloužení desátého nebo jedenáctého žebra.

Peritoneum přechází na *fundus slezu* z čepece i z ventrálního bachorového vaku. Z levé stěny bachoru přejde na *fundus slezu* odstup velké opony. Její odstup se odsud táhne po celé délce velkého zakřivení slezu. Z velkého zakřivení slezu přejde úpon velké opony na dvanáctník, kde pokračuje jako *mesoduodenum*. Z knihy přechází na malém zakřivení slezu odstup malé opony, který postupuje také přes *pylorus* dále na kraniální část dvanáctníku. (Najbrt 1980; Mansour et al. 2017)

Samotná poloha slezu může být ovšem významně ovlivněna změnou velikosti a pozice ostatních orgánů dutiny břišní. Vysokobřezí děloha odtlačuje slez dopředu a doleva a nadzvedává zmenšující se bachor, což ve výsledku může následně predisponovat dojnici k LDS (Fleisher et al. 2009).

Topografie dutiny břišní



Obr. 1 - topografie dutiny břišní (Popesco 1977)

- | | | |
|--|---|--|
| 1. <i>paries superficialis omenti majoris</i> | 5. <i>margo caudalis omenti majoris</i> | 12. <i>omentum minus</i> |
| 2. <i>insertio abomasica laminae superficialis</i> | 6. <i>saccus ruminalis ventralis</i> | 13. <i>abomasum</i> |
| 3. <i>insertio ruminalis laminae superficialis</i> | 7. <i>saccus ruminalis dorsalis</i> | 14. <i>pars cranialis duodeni</i> |
| 4. <i>paries profundus omenti majoris</i> | 8. <i>cacus cecus caudodorsalis</i> | 15. <i>ligamentum medianum vesicae</i> |
| | 9. <i>vesica urinaria</i> | 16. <i>cartilago xiphoidea</i> |
| | 10. <i>cecum</i> | 17. <i>atrium ruminis</i> |
| | 11. <i>jejunum</i> | |

2.3. Predispoziční faktory pro LDS

Onemocnění je označováno jako polyfaktoriální. Mezi predispoziční faktory LDS patří plemenná příslušnost (především plemeno Holštýn, Jersey a Guernsey), genetická predispozice, komplikovaný průběh porodu a vysoce koncentrovaná krmná dávka s nedostatkem vlákniny. Velká část případů LDS se vyskytuje v prvních týdnech laktace, které se vyznačují zvýšenou incidencí ostatních metabolických onemocnění. Významnou roli hraje i výskyt endometritid, mastitid a onemocnění končetin (Constable et al. 1992; Uribe et al. 1995; Duffield et al. 2009; Doll et al. 2009). Společným jmenovatelem uvedených faktorů je prohlubování stavu negativní energetické bilance (NEB), do kterého se dostává každá dojnice po porodu. Právě NEB spolu s narušením motility trávicího traktu a hypokalcémií je považována za klíčový predispoziční faktor při vzniku dislokace slezu (Correa et al. 1993; Cameron et al. 1998; Geihauser et al. 1998).

Zásadní predispoziční význam pro dislokaci slezu je, že ostium omasobomasicum neleží v nejvyšším místě slezu, ale částečně na straně. Plyn (70 % metanu), vzniklý v GIT, se poté může kumulovat ve fundu slezu. Slez se stává místem hromadění plynu vždy, pokud je narušena motilita GIT, jejíž narušení je považováno za bezprostřední příčinu vzniku dislokace slezu. Nahromaděný plyn poté táhne slez kaudodorsálním směrem (Itoh et al. 2017). V lumen přesunutého slezu je zvýšený tlak, který může navíc přispět k vzniku vředů (Dirksen 1962; Fleisher et al. 2009).

Významnou roli ve vzniku LDS hraje snížená hladina vápníku, uváděná jako významný predispoziční faktor pro vznik onemocnění (Geihauser et al. 1996; Delgado-Lecaroz et al. 2000; Zadnik 2003). Tento predispoziční faktor se obecně považuje za velmi důležitý, protože až 50 % dojnic na vyšších laktacích může trpět hypokalcémií (Reinhardt et al. 2011). To že hypokalcémie způsobuje atonii slezu a hypomotilitu bacheru prokázal již Daniel (1983). Ve studii kolektivu autorů Chapinal et al. (2012) je zmíněno, že dojnice s koncentrací Ca < 2,2 mmol/l měly statisticky významně nižší nádoj a statisticky významně vyšší šanci na onemocnění LDS. Detailnější výsledky pak publikoval Neves et al. (2018), kdy tito autoři uvádí, že dojnice po porodu s koncentrací vápníku $\leq 1,5$ mmol/l měly průkazně vyšší riziko výskytu dislokace slezu než dojnice s Ca > 1,85 mmol/l (Neves et al. 2018). V etiologii LDS jsou zmiňovány i další, někdy dosud ne zcela objasněné faktory, jako je například rezistence na insulin a stav receptorů pro motilin. Motilin je peptidový hormon regulující gastrointestinální motilitu a jeho agonista erytromycin prokazatelně zvyšuje vyprazdňování slezu u krav po operaci LDS (Wittek et al. 2009; Ozturk et al. 2013; Doll

2015). Nicméně je nutno poznamenat, že prokinetický efekt erythromycinu na motilitu slezu po operaci LDS ve studii Freick et al. (2016) nebyl potvrzen.

Dále bývá uváděn vliv narušené cholinergní nervové stimulace (Biffani et al. 2014) související s abnormálně zvýšenou aktivitou inhibujícího mechanismu enterického nervového systému, stejně jako se snížením citlivosti abomasální svaloviny na acetylcholin (Geishauser et al. 1998).

Doll et al. (2009) a Sickinger et al. (2018) zmiňují nález signifikantně nižší koncentrace stimulačně působícího neurotransmiteru substance P, nižší denzitu nervových zakončení a naopak vyšší koncentraci inhibičně působícího vasoaktivního intestinálního peptidu v abomasální stěně u jedinců plemene Holštýn v porovnání s plemenem Fleckvieh, které je známo velmi nízkou incidencí LDS (laktační incidence 0,15 %).

Chybná výživa dojnic patří mezi jeden z nejvýznamnějších etiologických faktorů vzniku LDS (Shaver 1997). Dojnice se zvýšeným BCS (body condition score) v době porodu mají vyšší šanci na vznik LDS (LeBlanc et al. 2005; Wang et al. 2019). Na důležitost vyvážené krmné dávky a význam vlákniny a negativní vliv koncentrátů upozorňují Kertz et al. (1991) a Dawson et al. (1992). Pozornost je věnována též možnostem snížení rizika nástupu LDS a naopak zlepšení prognózy operovaných zvířat. Simões et al. (2013) potvrdili význam struktury krmné dávky pro prevenci vzniku LDS. Podíl TMR (total mixed ratio) frakce s částicemi pod 8 mm koreloval pozitivně s rizikem LDS, naopak vyšší podíl frakce částic nad 19mm riziko LDS snižoval. Stengärde et al. (2012) uvádějí v rámci analýzy faremní praxe ve Švédsku jako hlavní rizikové faktory pro LDS velikost stáda, výši maximálního denního nádoje, soustředování suchostojných krav pouze do jedné skupiny a také nedodržování pravidla denně čistit krmný stůl. Také práce Lyons et al. (2014) s odkazem na roli inzulinové rezistence v patogenezi LDS zdůrazňují význam správného managementu výživy suchostojných dojnic. McArt et al. (2012) aktivně vyhledávali zvířata se subklinickou ketózou. Jejich promptní medikace 300 ml propylenglykolu p. o. snížila riziko LDS 1,6krát a riziko vyřazení zvířete během prvního měsíce laktace 2,1krát. Stengärde et al. (2010) pak zvažují využití haptoglobinu jako indikátoru pro odhalování zánětlivých onemocnění v poporodním období s cílem snížit jejich včasnou léčbou riziko vzniku LDS.

2.4. Genetické aspekty onemocnění

Poměrně velká pozornost je věnována dědivosti LDS. U řady výše zmíněných mechanismů narušení motility slezu (zejména těch neuro-endokrinních) existují výrazné meziplemenné rozdíly např. mezi holštýnským a červenostrakatým skotem, korelující i s rozdílným výskytem LDS u těchto plemen (Doll et al. 2009; Doll 2015). Předpokládá se, že alespoň některé vlohy pro LDS jsou lokalizovány v oblastech shodných s těmi využívanými pro selekci na mléčnou užitkovost (Biffani et al. 2014; Doll 2015). Odhadovaná heritabilita kolísá mezi 0,03 a 0,5 což je zřetelně více, než u řady dalších onemocnění skotu. Dalšími predisponovanými plemeny jsou Guernsey, Jersey, Brown Swiss, Ayrshire a Simmental-Red Holstein (Doll et al. 2009).

Oblasti genomu asociované s LDS byly lokalizovány na chromozomech 1, 3, 11, 20 and 23 (Zerbin et al. 2015), ale též na chromozomech 2, 5, 8, 13, 20, 24, nebo X, přičemž pro mnohé bylo identifikováno hned několik jednonukleotidových polymorfismů (Lehner et al. 2018).

Zkoumáním genomu ve vztahu k dislokaci slezu se zabývali Mömke et al. (2008; 2011; 2012; 2013). Autoři popisují na chromozomu BTA23 lokalizovaný gen pro motilin, který významně reguluje gastrointestinální motilitu. Analýza DNA sekvence ukazuje 7 nekódujících polymorfismů signifikantně asociovaných s LDS (Mömke et al. 2012).

Biffani et al. (2014) detekovali genetický signál asociovaný s levostrannou dislokací slezu na BTA 12 v sekvenci genů SLITRK5, tyto geny jsou odpovědné za neurologické aktivity jako je axonogeneze, synaptická transmise a mohou být spojovány s hypomotilitou abomasální stěny, což je důležitý předpoklad vzniku LDS. To, že dojnice s genotypem T/T pro R4C mutaci u leptinu měly vyšší prevalenci dislokace slezu než u genotypu C/T, nebo C/C uvádějí Chebel et al. (2008).

Ricken et al. (2004) prokázali, že množství mléka, procenta tuku a procenta bílkoviny v mléce geneticky signifikantně korelují s LDS ($r = 0.68$, $r = 0.60$ a $r = 0.65$). Mírně příznivé korelace byly nalezeny mezi metabolickými onemocněními a složkami mléka. Odhad genetické korelace výskytu dislokace slezu s dalšími onemocněními je uváděn nejvyšší pro ketózu ($r = 0.45$) u holštýnských prvotetek. Je tedy možné, že výběr dojnic pro vysokou užitkovost nevědomě vedl ke zvýšené predispozici k LDS kvůli blízkosti alel souvisejících s užitkovostí s alelami, které predisponují k vzniku LDS (Zwald et al. 2004; Neuenschwander et al. 2012; Zerbin et al. 2015).

Je evidentní, že genetická predispozice se týká celé řady mechanismů patogeneze LDS a bude vyžadovat ještě značné analytické úsilí. V té souvislosti nabývá na významu potřeba přesné a úplné evidence zdravotního stavu dojnic jako podmínka pro přesnější hodnocení genetických predispozic pro metabolické poruchy (Koeck et al. 2013).

Do budoucna by přesné odhalení genetického pozadí levostranné dislokace slezu mohlo vést pomocí genomické selekce ke snížení výskytu tohoto problému v populaci dojného skotu (Zerbin et al. 2015).

2.5. Klinické příznaky a diagnostika onemocnění

Prvotními příznaky jsou snížené přežvykování a pokles motoriky bachoru. Dále následuje pokles dojivosti a acetonemie. V mnohých případech dochází také ke střídavému průjmu nebo má trus špinavě mazlavý charakter. Bez adekvátního ošetření se po vícedenní LDS stav nemocného zvířete postupně zhoršuje. Dochází k hubnutí, dehydrataci, progresi ketózy a u zvířete nastává kachexie (Fleisher et al. 2009).

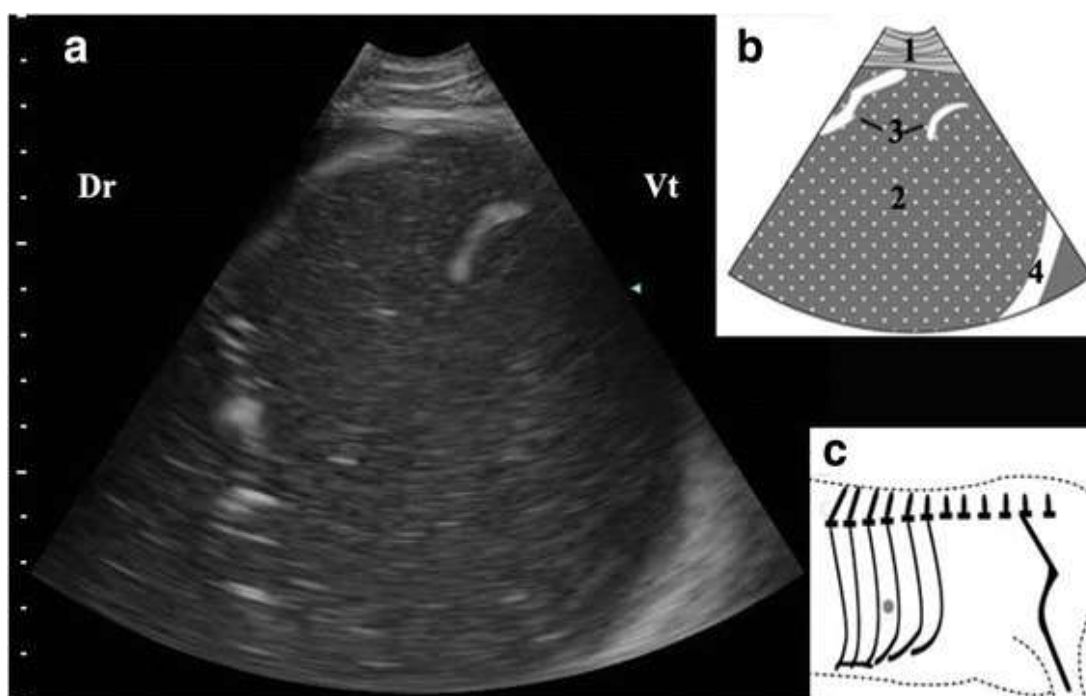
Významnou roli pro další průběh a prognózu onemocnění, na kterou musí být pamatováno má přítomnost interkurentního onemocnění, které může být diagnostikováno až u 60 - 75 % dojnic ve sledovaných souborech. Mezi nejčastější interkurentní onemocnění patří hypokalcemie, ketóza, metritida, mastitida, tuková degenerace jater a vředová choroba slezu (Willenberg et al. 1982; Sexton et al. 2007).

Podezření na dislokaci slezu vyplývá z uvedených klinických nálezů a diagnostika LDS je založena zejména na identifikaci kovových tónů na levé straně v oblasti 9. - 13. mezižebří pomocí perkuse. Dále mohou být pro potvrzení diagnózy použity tyto metody: zdvojená auskultace bachoru (spontánní šelesty), probatorní punkce (měření pH), nafouknutí vzduchu do bachoru nosojícnovou sondou se současnou auskultací na levé straně dutiny břišní, laparoskopické vyšetření, probatorní laparotomie. Vyhledávání takových zvířat především pomocí perkuse je rutinní faremní praxí (Baird 2012). Do diferenciální diagnostiky je třeba zahrnout tympanii bachoru, reticuloperitonitis traumatica, absces dutiny břišní, Hoflundův syndrom apod. (Hofmann 1992).

Vyšetřením moči je možno prokázat ketolátky jako následek lipomobilizačního syndromu, pH moči klesne při delším trvání stavu na hodnotu 5 – 6, biochemickým vyšetřením jaterního profilu lze prokázat různý stupeň poškození tohoto orgánu (Janowitz 1990). Následkem vzniklých poruch látkové výměny organismus reaguje nejprve zvýšením

vyučování bikarbonátu, draslíku a sodíku. V další fázi onemocnění může však zpětná resorbce sodíku výměnou oproti H^+ v tubulech ledvin vést ke kyselé reakci moči tzv. paradoxní acidurii (Kováč & Kováč 2001).

Pokrok v klinickém vyšetření podezřelých zvířat představovalo využití ultrazvuku – polohu dislokace slezu v dutině břišní popsal Braun (2003). Li et al. (2018) popsali ultrasonografický nálezn před a po repozici slezu a upozorňují, že atypické případy unikají pozornosti – ne vždy je zjišťován typický zvuk a ani ultrasonografický nálezn v 10. - 12. mezižebří nemusí onemocnění odhalit. Doporučují proto rozšířit ultrazvukem vyšetřované pole na 9. – 13. mezižebří a věnovat pozornost i dolním partiím.



Obr. 2 Li et al. (2018) ultrasonogram obsahu slezu: 1 - hrudní stěna; 2 - abomasální trávenina; 3 - ohyby stěny slezu; 4 - stěna bacheru

2.6. Změny hematologického a biochemického profilu související s LDS

Laboratorní diagnóza dislokace slezu se opírá o nálezn hypochloremické metabolické alkalózy s různým stupněm hypokalémie nebo hyponatrémie (Trent 1990). Častým doprovodným a zároveň predispozičním jevem bývá také hypokalcémie v souvislosti se sníženou koncentrací vápníku ve 2. týdnu laktace uvádí Gieshauser et al. (1996).

Další změny biochemického profilu dojnic vesměs indikují negativní energetickou bilanci, poškození jater a zánětlivou reakci organismu. Na závažnost klinicko-biochemických změn v organismu dojnic má zásadní vliv délka trvání LDS. V důsledku déle trvající LDS dochází k distenzi slezu, následně i k neustálé produkci kyseliny chlorovodíkové, která negativně ovlivňuje acidobazickou rovnováhu organismu. V první fázi poruchy reaguje organismus vylučováním bikarbonátu, draslíku, sodíku a vody. Vzniká metabolická alkalóza, doprovázená hypokalémií (následkem anorexie a přesunu K^+ do intracelulárních prostor), spolu s hyponatrémií (přímo souvisí s narušenou acidobazickou rovnováhou zvířete a abomasálním refluxem i případnou endotoxémií) a hypochlorémií (Geishauser et al. 1998). Nastupuje dehydratace a hemokontrace, prezentovaná zvýšenými hodnotami hematokritu a celkové bílkoviny (TP). Hemokontrace, spolu s nízkou koncentrací sodíku, draslíku a chloru, bývá spojena s vyšší aktivitou aspartátaminotransferázy (AST) a zvýšenou koncentrací bilirubinu (Rohn et al. 2004; Constable et al. 2013).

Zvýšená koncentrace beta-hydroxybutyrátu (BHB) a neesterifikovaných mastných kyselin (NEMK) indikující zvýšenou přeměnu tuků při současném nedostatku sacharidových zdrojů energie je u vysokoprodukčních dojnic po porodu vnímána jako významný predispoziční faktor vzniku LDS. Samotné zvýšení hodnot těchto parametrů u dojnic postižených LDS je však dáváno do souvislosti spíše s poškozením jater a NEB, než samotným onemocněním LDS (Cardoso et al. 2008; Le Blance et al. 2005; Van Winden & Kuiper 2003). Suthar et al. (2013) prokázali, že dojnice s koncentrací BHB nad 1,7 mmol/l během prvních dvou týdnů po porodu trpěly více jak 6 krát častěji dislokací slezu oproti zvířatům s normální hladinou BHB. Na druhou stranu vyšší hodnoty BHB ($\geq 1,2$ mmol/l) v době operace LDS se zdají být prognosticky příznivější z hlediska dlouhodobého přežívání dojnic ve stádě, zřejmě v důsledku větší investice zvířete do produkce mléka. Otevírá se zde otázka zda nonketonické dojnice nemají nižší schopnost návratu k mléčné produkci. Croushore et al. (2013) prokázali, že v pozorovací době třiceti dní, zvířata s koncentrací BHB nižší než 1,2 mmol/l měli 2,5krát vyšší pravděpodobnost vyřazení než zvířata s koncentrací nad 1,2 mmol/l. Reynen et al. (2015) k tomu dodává, že lepší prognóza dojnic z hyperketonémií souvisí s vyšší produkcí těchto zvířat a snahou chovatele tuto produkci využít.

Zvýšená koncentrace neesterifikovaných mastných kyselin (NEMK) doprovázená zvýšenou koncentrací BHB je u dojnic v poporodním období spojována se zvýšeným rizikem výskytu produkčních nemocí, včetně dislokace slezu (Duffield et al. 2009; McArt et al. 2013; Lyons et al. 2014). Podobný význam má také zvýšení hodnot NEMK již před porodem.

Například Le Blanc (2010) uvádí, že zvýšení NEMK nad 0,4 mmol/l v posledních 7 – 10 dnech před otelením významně zvýšilo pravděpodobnost vzniku dislokace slezu a zadržného lůžka v prvních čtyřech týdnech laktace. Na druhou stranu vyšší hodnoty těkavých mastných kyselin opět snižovaly pravděpodobnost vyrazení dojnice ze stáda během jednoho roku po operaci (Reynen et al. 2015).

Poškození jater z důvodu negativní energetické bilance a lipomobilizačního syndromu zpravidla indikuje zvýšená aktivita aspartátaminotranferázy (AST), gama-glutamyltransferázy (GGT) nebo koncentrace bilirubinu v krevním séru. Zvýšení GGT, alaninaminotranferázy (ALT) a AST u zvířat trpící levostrannou a pravostrannou dislokací slezu oproti kontrolní skupině prokázali např. Ozturk et al. (2013). Rychlost normalizace těchto parametrů koreluje pozitivně s mírou úspěšnosti provedené repozice dislokace slezu (Staufenbiel et al. 2007). Prognosticky příznivější je histologicky prokázaný nižší obsah tuku v játrech v době operace, což je považováno za důležitý prognostický ukazatel dobré funkce jater, odpovídající hydrataci a celkové kondici pacienta (Rohn et al. 2004; Staufenbiel et al. 2007).

Velká pozornost je v souvislosti se vznikem LDS u vysokoprodukčních dojnic věnována sledování hladin bílkovin akutní fáze (BAF), které jsou považovány za významný indikátor prokazující nastupující patologický proces v organismu. U skotu je tímto faktorem haptoglobin, jehož zvýšená koncentrace u dojnic je dávana do souvislosti se steatózou jater, metritidou, zadržným lůžkem, subklinickou nebo chronickou mastitidou a onemocněním paznehtů (Grönlund et al. 2005; Humblet et al. 2006; Bagga et al. 2016; Simeões et al. 2017)

U vysokoprodukčních dojnic s LDS byl řadou autorů prokázán signifikantní vzestup koncentrace této BAF. Ostatní indikátory zánětu (sérový amyloid, prostaglandin, histamin, atd.) vykazují ve vztahu k diagnostice LDS variabilní výsledky což je pravděpodobně způsobeno existencí souběžných infekčních nebo zánětlivých onemocnění, které výše zmíněné indikátory sami o sobě ovlivňují (Guzelbektes et al. 2010; Stengärde et al. 2010; Maden et al. 2012; Mamak et al. 2013; Klevenhusen et al. 2015; Bagga et al. 2016; Al-Rawashdeh et al. 2017; Simões et al. 2017).

2.7. Metody řešení dislokace slezu

LDS je možno ošetřit konzervativně nebo chirurgicky (Niehaus 2016). Nejjednodušší konzervativní metodou je repozice slezu válením dojnice, kdy je možné téměř ve všech případech dosáhnout repozice. Velkou nevýhodou tohoto ošetření je však vysoká míra recidiv, od 75 % až do 80 % (Begg & Whiterdorf 1956; Grymer & Sterner 1982). Repozice dislokovaného slezu válením je indikovaná pouze při nekomplikované LDS, kterou není možné řešit chirurgickým zákrokem. Tato metoda je velmi levná a v případě recidivy lze snadno zopakovat. Provádí se tak, že se zvíře položí pomocí provazu na pravý bok. U většiny krav se položení provádí bez sedace, ale pro lepší manipulaci a snížení stresu pacienta je obvykle lehká sedace indikována. Válení se provádí tak, že se zvíře uvede z pravé laterální do dorsální polohy, kde krátký čas setrvává, aby se slez stačil přemístit a plyn uvolnit. Pohyb slezu je možné podpořit jemným kolébáním zvířete. Úspěšnou repozici lze potvrdit auskultací cinkavého zvuku v kraniální části mediální linie, nebo v pravé paramediální oblasti dutiny břišní. V místě cinkavého zvuku je možné provést perkutánní dekompresi. Poté se zvíře přetočí do levé laterální polohy a pak se nechá vstát (Smith 1981).

Prvním postupem fixujícím slez ve své fyziologické poloze byla metoda slepého stehu, kdy po repozici slezu válením následovalo prošíání stěny břicha a stěny slezu pomocí 20 cm dlouhé jehly. Pokud po otočení krávy do hřbetní polohy tympanický zvuk zmizel, nebylo možno operaci dokončit (Hull 1972). V současné době se tato metoda pro reálnou možnost fatálních komplikací již nepoužívá (Tithof & Rebhun 1986).

Vylepšením této metody se stala perkutánní fixace slezu za pomoci kolíček (sutura Grymer - Sterner, LDA sutura) zavedených přes kůži a břišní stěnu do lumen slezu u zvířete ve hřbetní poloze po repozici slezu ověřené auskultací a perkuzí. Tato metoda má vysokou míru úspěšnosti, uvádí se 80 až 88 % (Grymer & Sterner 1982; Harvey et al. 1984).

Výhodou fixace slezu kolíčky je, že kráva zůstává v dorsální poloze pouze krátkou dobu a také, že není otevírána dutina břišní. Zásadní nevýhodou je fakt, že u této metody se fixace slezu nedá kontrolovat zrakem (Grymer & Sterner 1982; St - Jean et al. 1987). Touto technikou lze ošetřit pouze LDS a na rozdíl od ostatních technik vyžaduje tato metoda dostatečně dilatovaný slez (St - Jean et al. 1987).

V úvodní studii, kde byla metoda publikována, bylo úspěšně vyléčeno 73,3 %, pacientek, a to i přesto, že všechny dojnice zařazené do této studie trpěly konkurentním onemocněním (ketóza 63,3 %, metritis 26,6 %, mastitis 13,3 %, zadržené lůžko 13,3 %) (Grymer & Sterner 1982). V následující publikované studii těch samých autorů je již uvedena

úspěšnost terapie 88 %, kdy ze 100 krav byla provedena úspěšná fixace slezu u 96 dojnic. U 4 ks nemohla být dokončena operace v dorsální poloze, protože slez nebyl slyšitelný. Z 96 úspěšně operovaných dojnic jich 6 zemřelo (Sterner & Grymer 1982). Zadnik & Lombar 2011 zdokumentovali vyléčení 104 dojnic (95,4 %) ze 109 pomocí fixace slezu kolíčky. V další studii nebyl prokázán u krav úspěšně vyléčených touto metodou vliv na roční přežití operovaných dojnic ve stádě (Grymer et al. 1997).

Nevýhodou této metody je, že pokud dojde ke komplikacím, jsou velice závažné. K těmto komplikacím patří fixace jiného orgánu, fistulace slezu, roztržení sutury s následnou recidivou, lacerace orgánů a následná peritonitida, stabilizace slezu v abnormální pozici nebo poškození pylorické oblasti slezu s následnou parciální obstrukcí, tromboflebitida mléčných žil a tvorba lokálních abscesů a píštělí podél operační rány (Tithof & Rebhun 1986). Možný vznik pravostranné dislokace slezu po snaze o repozici levostranné dislokace slezu válením popisuje Gonzales - Martin et al. (2019).

Pro reálnou možnost výskytu fatálních komplikací jsou v současné době (zvláště u cenných zvířat) preferovány chirurgické metody ošetření LDS. Princip všech chirurgických přístupů obecně spočívá v laparotomii (laparoskopii) dutiny břišní, dekompresi a repozici slezu s jeho následnou fixací (Niehaus 2016).

2.7.1. Laparotomické metody řešení LDS

Pro veterinární lékaře je poměrně snadné u skotu provádět zákroky v dutině břišní. Umožňuje to zejména poddajná povaha většiny krav, díky které je možné vykonávat chirurgické zákroky na stojícím zvířeti jen v lokální anestezii. Laparotomii u skotu lze provádět jak na ležícím, tak na stojícím zvířeti, a to několika přístupy.

Nejužívanějšími přístupy na stojícím zvířeti při abdominálních dysfunkcích jsou laparotomie z fossa paralumbalis sinistra, levostranná parakostální laparotomie, laparotomie z fossa paralumbalis dextra a pravostranná parakostální laparotomie. Na ležícím zvířeti se provádí laparotomie zejména pravým paramediálním přístupem, přístupem ze slabiny nebo z linea alba (Jean 1990; Jenings 1984; Šterc et al. 2003; Šterc et al. 2004).

Nejvíce využívanou chirurgickou metodou v ČR pro odstranění LDS je pravostranná laparotomie s omentopexí tzv. metoda dle Dirksena (Dirksen 1967). Do dutiny břišní se vstupuje přes fossa paralumbalis dextra, kdy po laparotomii operátor reviduje palpací a adspekci stav orgánů na pravé straně dutiny břicha, poté je zavedena paže kolem kaudálního okraje závěsu opony na levou stranu dutiny břišní, kde je identifikován dislokovaný slez,

který může být následně vypuštěn pomocí tlusté vypouštěcí jehly s hadičkou, která je zavedena do dorsálního vyklenutí slezu. Poté je slez reponován tahem za pylorus, nebo omentum odstupující z pyloru a duodena. Následně je vhodné ověřit polohu čepce a knihy a vyloučit tak nefyziologickou repozici slezu způsobenou adhezemi. Slez je ve fyziologické poloze fixován pomocí duplikatury omenta („prasečí ouško“, Fleisher et al. 2009), která je všita do ventrální komisy rány, případně fixována perlonovou destičkou, která je umístěna do pravé předkolenní řasy (Buckner 1995). Dutina břišní je následně uzavřena standardním způsobem. (Dirksen 1967; Šterc et al. 2004).

Touto metodou lze řešit LDS, PDS (pravostranná dislokace slezu) i PVS (pravostranný volvulus slezu). Zvíře zůstává po celou dobu operace stát a je možné provést preventivní fixaci slezu. Omentopexie je nepřímá fixace slezu a vzniklé adheze nemusí být v některých případech dlouhodobě dostačující, proto je možné provést pyloropexi, která spočívá v sutuře 10 cm kraniolaterálně od pyloru k břišní stěně (St - Jean et al. 1987).

Roční brakace krav operovaných omentopexi zprava byla vyčíslena ve třech následujících letech na 13 %, 5,5 % a 12,2 %, recidiva byla 3,6 % a 4,2 % po dvou následujících letech (Wallace 1975).

Výhodou přístupu zprava je snadné posouzení polohy slezu a přiléhajících orgánů během operace a poměrně jednoduchá technika fixace omentopexi. Možnou nevýhodou této techniky je obtížnější palpce a dekomprese slezu, jeho repozice v případě velkého naplnění bachoru a možnost pooperačního poškození omentopexie, zvláště u zvířat ve velmi dobré kondici, u kterých je omentum více prostoupeno tukem. Problematický může být u této metody obtížnější přístup k potenciálním adhezím mezi slezem a levou stranou dutiny břišní. Některé stavy vyžadují vypuštění slezu pomocí jehly s hadičkou, což může potenciálně zvyšovat nebezpečí peritonitidy (St – Jean et al. 1987; Trent 2002).

V ČR nepříliš používanou metodou je levostranná laparotomie s abomasopexi tzv. Utrechtská metoda. Tato metoda je založena na sutuře slezu k ventrální části břišní stěny pomocí Gerlachovy jehly a je možné jí použít pouze k terapii LDS. Nicméně je vhodnou metodou pro léčbu LDS u vysoko gravidních krav (Baker 1973).

Výhodou této metody je možnost adspexce stěny slezu, kdy je možné identifikovat abomasální vředy a rozrušit eventuálně přítomné abomasální adheze. Je zde také možnost provedení rumenotomie (pokud je indikována). Nevýhodou je obtížnější založení fixačního stehu u méně dilatovaných slezů, obtížnější dosažení na dno dutiny břišní u velkých pacientů a nebezpečí poranění střevních kliček při manipulaci s Gerlachovou jehlou v dutině břišní (Lagerweij & Numans 1968; Turner & McIlwraith 1983).

Další komplikací může být abomasální fistulace, způsobená nevhodnou penetrací lumen slezu vlákný fixačního stehu nebo včasným neodstraněním fixační sutury. Další nevýhodou této metody je nemožnost provedení profylaktické abomasopexe (St - Jean et al. 1987).

Relativně málo známou metodou je paramediální abomasopexe. Tato metoda umožňuje řešení LDS, PDS i PVS a zároveň je možné důkladné vyšetření dutiny břišní a stěny slezu, kdy na něm mohou být diagnostikovány eventuální slezové vředy. Kráva je sedována a fixována ve hřbetní poloze (Turner & McIlwraith 1983; St - Jean et al. 1987).

U této metody se vyskytuje minimum komplikací a výhodou je i minimální velikost operační rány. S touto polohou může ovšem souviset i riziko regurgitace a následné aspirace a nezanedbatelný může být i negativní vliv xylozinu, který se používá pro sedaci zvířat (Anderson et al. 1994). Přípravu operačního pole často stěžuje fekální kontaminace rány (St - Jean et al. 1987). Tento postup se nedoporučuje u krav s edémem v místě fixace a u krav s onemocněním respiračního aparátu nebo pokročilou graviditou. Dalším nebezpečím může být abomasální fistulce, pokud dojde k penetraci lumen slezu (St - Jean et al. 1987; Parker & Fubini 1987). Vznik fistul byl popsán mezi 2. týdnem a 12. měsícem po operaci (Parker & Fubini 1987). Tato technika má velkou úspěšnost od 83,5 % do 94 % (Robertson & Boucher 1966; Kelton & Fubini 1989). Míra recidiv byla popsána od 2,4 % do 4,3 % (Lowe et al. 1965).

2.7.2. Laparoskopické metody řešení LDS

Laparoskopickými metodami lze u skotu identifikovat řadu struktur v dutině břišní. Přístup z fossa paralumbalis sinistra umožňuje dobrou vizualizaci kranální části dutiny břišní, včetně bránice, sleziny, batoru, levé ledviny a tenkých střev. Příležitostně je možné vizualizovat pankreas, spirální kolon a močový měchýř. Naproti tomu laparoskopie prováděná z mediální linie na ležícím zvířeti umožňuje vizualizaci ventrální části dutiny břišní včetně bránice, batoru, slezu, pyloru slezu a v některých případech i levého jaterního laloku (Newman 2009).

K samotné laparoskopii dutiny břišní u skotu lze použít jak rigidní, tak flexibilní laparoskop. Laparoskopie se dále dělí na diagnostické a operační, které mají přídatný otevřený kanál pro vložení operačních nástrojů. Dále je třeba zajistit zdroj světla, možné je použít i světelný kabel. Samotná vizualizace orgánů se provádí buď přímo, nebo po napojení

kamery. Pro vytvoření pneumoperitonea se využívá insuflační systém, kterým je dutina břišní plněna požadovaným plynem. Pro penetraci dutiny břišní se standardně používají trokary s magnetickými ventily. Dle typu požadovaného zákroku volí operatér další příslušné nástroje (Boure 2005).

Nové přístupy k řešení levostranné dislokace slezu přineslo využití laparoskopie (Janowitz 1998). Tyto metody jsou minimálně invazivní, tím i méně bolestivé a zvířata by se měla rychleji vracet do produkce. Důležitou předností laparoskopických metod je vizuální kontrola všech prováděných úkonů. Výhodami laparoskopie je možnost vizualizace nepřímě dostupných míst v dutině břišní, exaktní možnost lokalizace fixačního kolíčku, snížení operačního času zákroku a v některých případech, zejména při provádění operací na stojícím pacientovi, odpadá potřeba celkové anestezie. K nevýhodám může patřit zvýšení operačního času před osvojením si operační metody a vysoká pořizovací cena sofistikovaného operačního vybavení (Bouré 2005; Newman 2009).

Laparoskopickými metodami mohou být operovány všechny stupně dislokace slezu, včetně stavu, kdy není slez při operaci dislokován. U případů bez komplikací není nutná antibiotická terapie. Pozitivní může být i možnost sledování celé operace majitelem zvířete. Laparoskopické operační techniky nejsou obtížně osvojitelné. Při operaci na stojícím zvířeti ovšem mizí možnost adspekce ventrální strany dutiny břišní a jater. Je třeba upozornit, že nevýhodou u jednokrokové metody může být zvýšená možnost chybné fixace dislokovaného slezu (Boure 2005; Newman 2009).

K praktickému rozšíření laparoskopie u skotu došlo až po roce 1998, kdy Janowitz publikoval metodu ventrální laparoskopické abomasopexie při terapii levostranné dislokace slezu (Janowitz, 1998). V roce 2004 byla dále publikována jednostupňová metoda řešení levostranné dislokace slezu (Christiansen 2004; Barisani 2004). Modifikace a vylepšení původní Janowitzovy metody byly uveřejněny v roce 2007 (Seeger & Doll 2007).

2.7.2.1. Dvoukroková metoda

Janowitz (1998) operaci rozdělil na dva kroky, na krok na stojícím a na krok na ležícím pacientovi. Operace se začíná na stojícím pacientovi, kdy po ověření diagnózy fonendoskopem je připraveno operačního pole. Pneumoperitoneum je zřízeno pomocí jehly dle Veresse. Samotná laparoskopie je prováděna rigidním endoskopem s halogenovým zdrojem studeného světla. K přístupu do dutiny břišní se používají trokary s magnetickým ventilem. Do lumina slezu je zaveden pomocí speciálního trokaru fixační kolíček, který by měl být umístěn do místa fundu slezu v kranální části dobře viditelné kupule slezu. Po

zavedení kolíčku je slez přes trokar zcela odplyněn a rychle klesne ventrálním směrem. Při tom vyklouzne trokar ze slezu a volné konce vláken jsou klesajícím slezem vtáhnuty do dutiny břišní.

Ve druhé části operace je kráva nejprve sedována a položena na pravou stranu těla. Přední a zadní nohy jsou svázané a pacientka je přemístněna do hřbetní polohy. Při tom se slez sám přesune do pravého zadního kvadrantu dutiny břišní. Po identifikaci vláken kolíčku, jsou vlákna uchopena a vytažena z dutiny břišní. Slez je k místu fixace přitažen pomocí vláken kolíčku a je fixován obvazem. Fixační obvaz je odstraněn za tři až čtyři týdny po vytvoření dostatečně trvalých srůstů slezu se stěnou břicha (Janowitz 1998).

Janowitz (1998) zdůrazňuje léčbu doprovodných nemocí, všímá si pozitivního aspektu vyprazdňování dělohy při obrácení krav a toho že pouze třem zvířatům ze 108 byla aplikována po operaci antibiotika.

Výskyt komplikací nebyl příliš častý. Recidiva dislokace slezu byla popsána pouze u jedné pacientky tři měsíce po operaci. Lokálně ohraničené reakce v místě zavedení trokarů byly zřídka a hojily se bez komplikací (Janowitz 1998).

2.7.2.2. Modifikace dvoukrokové metody

Originální postup Janowitzovy operace modifikovali Seeger & Doll (2007), kteří publikovali několik vylepšení původního operačního postupu. Ke zrychlení operace vedlo použití 5 mm trokaru k vytvoření pneumoperitonea místo Verresovy jehly. Dále je popsáno aktivní zapuštění volných vláken do dutiny břišní, které však již popisuje Janowitz (1998).

Seeger & Doll (2007) popsali fixaci v době operace nedislokovaného slezu, kde je vytvořeno pneumoperitoneum na stojícím zvířeti, poté je zvíře přemístněno do hřbetní polohy. Slez je možné identifikovat při hřbetní poloze zvířete přímo laterálně od ventrálního bachorového vaku a je dobře rozeznatelný podle charakteristické cévní kresby v místě úponu velké opony na velké zakřivení slezu. Fixační místo by mělo ležet co nejkaudálněji v corpus abomasí, protože kraniálně ležící, dobře rozeznatelná část slezu patří k fundu slezu. Pokud je slez fixován v místě fundu, nachází se fixační místo slezu pod značným napětím a je zde riziko vytvoření nedostatečného srůstu a tím zvýšené možnosti recidivy.

Výše popsané modifikace vychází z provedení 1000 operací levostranné dislokace slezu z let 1996 až 2006 na univerzitní klinice v Giessenu (Seeger & Doll 2007).

V poslední době byla publikována studie Gnus et al. (2018), kde byly prezentovány modifikace laparoskopických trokarů a kanyl zaměřené na bezpečnost prováděných operací ze strany možného poškození vnitřních orgánů operovaného zvířete.

2.7.2.3. Jednokroková metoda

Zjednodušení dvoukrokové laparoskopické metody publikoval Christiansen (2004); Barisani (2004) a Newman et al. (2005), kteří popsali jednostupňovou operaci dislokace slezu na stojícím zvířeti.

Samotná operační technika vychází z původní Janowitzovy metody, ovšem pacient zůstává po celou dobu operace stát. Zavedení kolíčku do slezu probíhá stejně jako u dvoukrokové metody, ale samotná fixace slezu je provedena pomocí speciálního „zavaděče“ dle Christiansena, jehož konec je lehce ztlustělý, takže zavaděč může být zasunut bez nebezpečí poranění až k mediální linii mezi stěnou břicha a bachorem. Tento postup už však nelze laparoskopicky pozorovat, ale je kontrolován zvenku volnou rukou operátéra. V zavaděči je vložena dlouhá Gerlachova jehla, kterou je dutina břišní propíchnuta a pomocník navleče 1 m dlouhé vlákno skrz poutko mandrénu. Mandrén je do sondy zpětně zatažen a vlákno je vytaženo ven kraniální břišním přístupem. Z trokaru nyní visí tři vlákna, dvě z kolíčku a jedno ze zavaděcího vlákna. Tyto vlákna jsou svázána a tahem za spodní část zavaděcího vlákna je slez přitažen na místo fixace. Vlákna jsou na místě fixace standardně fixována prošitím obvazu (Christiansen 2004).

Přes kraniálně zavedený trokar je do dutiny břišní aplikován penicilín a streptomycin, čím však mizí další výhoda dvoustupňové Janowitzovy operace, u níž není většinou třeba aplikovat antibiotika (Janowitz 1998; Christiansen 2004; Seeger & Doll 2007).

Mezi zřejmé výhody této metody patří kratší operační čas, kdy lze dosáhnout čistého operačního času v rozmezí 15 – 20 minut bez započtení přípravy pacienta. Za nevýhodu lze označit, že je možné laparoskopicky vyšetřit pouze malou část stěny slezu a nelze vyšetřit spodní část dutiny břišní, tak jako u Janowitzovy operace. Jednostupňovou metodou ventrální laparoskopické fixace, také není možné fixovat v čase operace nedislokovaný slez (Christiansen 2004; Barisani 2004; Newman et al. 2005).

2.7.2.4. Operační postupy neperforující dutinu slezu

Možnost fixace slezu, kdy slez není perforován kolíčkem, ale je použita neperforující sutura ke stěně dutiny břišní publikoval Babkine et al. (2006), který popsal ventrální laparoskopickou abomasopexi u 10 holštýnských krav. Slez je fixován čtyřmi stehy přímo k dutině břišní. Je také třeba zdůraznit, že k provádění této operace jsou třeba dva chirurgové a

odpovídající přístrojové vybavení, což ztěžuje praktické zavedení této metody do buiatrické praxe. Stejně výsledky s identickou metodou fixace slezu publikoval Mulon et al. (2006).

2.8. Porovnání efektivity operačních metod (úspěšnost, komplikace, produkce)

Pro praktické rozhodnutí o použití konkrétní operační techniky, která by negativní dopady onemocnění LDS co nejvíce eliminovala, mají význam klinické studie srovnávající více operačních metod. Lze konstatovat, že chirurgické metody řešení dislokace slezu mají obecně vysokou úspěšnost. Původní metoda perkutánní fixace vykazuje bezprostřední úspěšnost 88 % (Grymer & Sterner 1982), stejně tak laparoskopicky i laparotomicky operovaná zvířata vykazují úspěšnost krátkodobého přežití okolo 90 % bez ohledu na použitou techniku (Seeger et al. 2006; Roy et al. 2008). V dlouhodobém horizontu jednoho roku po operaci jsou udávány ztráty okolo 30 - 40 % a je zdokumentována vyšší šance na vyžazení oproti ostatním zdravým kravám v laktaci, kdy došlo k operaci opět bez ohledu na použitou metodu repozice (Jorritsma et al. 2008; Baird et al. 2017). Existuje relativně málo relevantních publikací zabývajících se porovnáním laparotomického a laparoskopického přístupu. Rees et al. (2015) uvádí pouze 4 relevantní srovnávací studie zaměřené na porovnání metod řešení dislokace slezu laparoskopickou a laparotomickou metodou (Seeger et al. 2006; Roy et al. 2008; Wittek et al. 2009; Wittek et al. 2012).

Seeger et al. (2006) publikovali práci provedenou na pacientech univerzitní kliniky v Giessenu. Celkem bylo do studie zařazeno 120 ks krav, které byly rozděleny do dvou skupin po 60 ks (skupina pokusná, která byla operována metodou ventrální laparoskopické abomasopexe dle Janowitze a skupina kontrolní, která byla operována metodou omentopexe zprava dle Dirksena). Krávy byly ustájeny individuálně na klinice po dobu 5 dní. Operace byla úspěšně ukončena u 59 ze 60 (98,3 %) krav ve skupině operované laparoskopicky a u 60 ze 60 (100 %) krav operovaných laparotomicky. U jediné neúspěšně operované krávy, nebylo možno operaci dokončit z důvodu adhezí slezu k abdominální stěně. Adheze vznikly pravděpodobně ze slezových vředů a znemožnili repozici.

Denní příjem energie po operaci nesignifikantně zvýšil u obou skupin, nicméně zvýšení bylo signifikantně vyšší u skupiny laparoskopicky operované. Denní nádoj mléka vykazoval také statisticky významný rozdíl ve prospěch laparoskopicky operované skupiny.

Trvání operace bylo 27,5 minut u laparoskopické skupiny, což byla signifikantně kratší doba na rozdíl od laparotomické skupiny, kde hodnota medianu trvání operace byla 38 minut.

Analýza laboratorních vzorků ukázala rozdíly mezi skupinami pouze v hodnotách bilirubinu a aktivity GDH (glutamát dehydrogenáza) opět ve prospěch laparoskopicky operované skupiny.

Po 5 dnech monitoringu na klinice bylo 58 z 60 pacientů (96,7 %) laparoskopicky operované skupiny propuštěno. V laparotomicky operované skupině bylo úspěšně vráceno chovateli 59 z 60 zvířat (98,3 %). Šest týdnů po operaci byly všechny propuštěné krávy zařazeny ve stádě. Relaps onemocnění a další komplikace nebyly zaznamenány. Median denního nádoje u laparoskopicky operované skupiny byl signifikantně vyšší než u laparotomicky operované skupiny. Šest měsíců po operaci bylo 5 krav z každé skupiny prodáno na jatka z důvodů poruch reprodukce, chronické mastitidy, nebo kulhání. Úspěšně bylo z dlouhodobého hlediska vráceno do produkce 88,3 % zvířat (53 kusů) operovaných laparoskopicky a 90 % (54 kusů) zvířat operovaných laparotomicky, což není statisticky významný rozdíl.

Tato studie (Seeger et al. 2006) hodnotí laparoskopickou metodu jako rychlou a bezpečnou metodu pro řešení levostranné dislokace slezu. Výhodou je vysoká úspěšnost zákroku, rychlá postoperační rekonvalescence a nízká incidence recidiv na následující laktaci. Pouze pokud je stav dojnice s LDS komplikován dalšími nálezy, jako abdominální adheze, nebo kardiopulmonální nedostatečnost, doporučují autoři použití jiných metod než laparoskopických. Za hlavní nevýhodu považují autoři vysokou pořizovací cenu laparoskopického setu a otočného stolu. Autoři předpokládají provedení 10 až 15 operací nutných pro osvojení si metody.

Další studii publikovali Roy et al. (2008), kde byly porovnávány výsledky ventrální laparoskopické abomasopexe (metoda dle Janowitz) a laparotomické metody omentopexe zprava (metoda dle Dirksena). V tomto případě se jedná o terénní studii a zvířata zařazená do této studie byla pacienti Bovine Field Service, univerzity v Montrealu, jejíž pracovníci navštěvují v rámci své klinické činnosti přibližně 100 farem. Studie byla provedena na 253 dojnících. Pravostrannou omentopexí bylo léčeno 101 krav (metoda dle Dirksena) a 152 krav bylo léčeno ventrální laparoskopickou abomasopexí (metodou dle Janowitz).

Celková doba trvání operace byla 74,5 minut pro skupinu s omentopexí a 36,3 minut pro skupinu s abomasopexí. Během operace byla chuť k příjmu potravy označena jako nedostatečná u 98 % zvířat z obou skupin. Po operaci podíl zvířat s dostatečným příjmem krmiva a odpovídající mléčnou užitkovostí vzrostl statisticky významně u obou skupin zvířat,

ale rozdíl v nádoji nebyl po operaci v žádnou sledovanou dobu statisticky významný. Nádoj za normovanou laktaci byl vypočten, pokud byla k dispozici data alespoň ze třech měření. Nicméně predikovaná užítkovost za 305 dní laktace nebyla statisticky významně rozdílná (8698 litrů u skupiny s omentopexí vs. 8834 litrů u skupiny s abomasopexí). Riziko vyřazení nebylo mezi skupinami signifikantně rozdílné.

Antibiotika byla podávána všem laparotomicky operovaným kravám každých 12 hodin po operaci. Ve skupině s abomasopexí bylo antibioticky léčeno 31 ze 152 krav (20,4 %). Také interkurentní onemocnění v době operace nebylo spojeno s vyšším rizikem vyřazení. Celkem bylo bezprostředně po operaci vyřazeno 26 zvířat, kdy nebyl mezi skupinami zaznamenán signifikantní rozdíl. Z tohoto počtu bylo 16 krav (61,5 %) vyřazeno, pro nedostatečnou klinickou odpověď na operaci (nedostatečný nádoj apod.). Zbývajících 8 krav (30,7 %) bylo vyřazeno kvůli dalším zdravotním problémům (mastitis, lacerace struku, pneumonie, vážné kulhání nebo byly prodány dalšímu chovateli). Janowitzova metoda nemohla být dokončena u šesti krav (23,1 %) s rozsáhlými adhezemi v dutině břišní. Tyto krávy nebyly z důvodu přání majitele dále řešeny. Relaps onemocnění byl zaznamenán pouze u skupiny krav s abomasopexí více než jeden rok po operaci.

Tato studie (Roy et al. 2008) je prezentována jako první srovnávací studie ventrální laparotomické abomasopexe a omentopexe zprava ve stájovém prostředí. Metoda abomasopexe je zde hodnocena jako velmi dobře proveditelná ve stájovém prostředí. K nevýhodám této metody autoři uvádějí nutnost uvedení zvířete do dorsální polohy a nemožnost dokončit operaci při existenci abdominálních adhezí. K nevýhodám patří i cena instrumentálního vybavení pro provádění laparoskopických operací. Za pozitivum je považován kratší operační čas, dale pak, že není potřeba aplikovat všem zvířatům antibiotika. Pozitivně je hodnocena i snadnost osvojení si operační techniky, kdy autoři toto předpokládají po deseti provedených operacích.

Wittek et al. (2009) popisují ve srovnávací studii provedené na univerzitní klinice v Leipzigu, do které bylo zařazeno 15 dojnic operovaných ventrální laparoskopickou abomasopexí a 15 dojnic operovaných omentopexí zprava, u laparoskopicky operované skupiny rychlejší vyprazdňování slezu a rychlejší úpravu bachorových rotací. Nicméně nádoj nebyl mezi oběma skupinami signifikantně rozdílný. Dále Wittek et al. (2012) provedli studii zaměřenou na zánětlivou odpověď organismu. Toto sledování bylo provedeno také na univerzitní klinice Univerzity v Leipzigu. A byly porovnány tři skupiny zvířat po 15 kusech. Jedna skupina byla operována ventrální laparoskopickou abomasopexí, druhé dvě laparotomickými metodami. Dojnicím byla následně odebírána krev a peritoneální tekutina.

Při tomto porovnání laparoskopických a laparotomických postupů dospěli autoři k závěru, že všechny vedou k aseptické peritonitidě a aktivaci srážecího systému, což predisponuje k fibrinovým a fibrózním srůstům v místě fixace. Laparoskopická metoda je dle jejich závěrů jednoznačně organismus méně poškozující. Nicméně nikoli náhodou připojují autoři podmínku „pokud je provedena správně“, neboť při fixaci dochází k prošíání, tedy perforaci slezu. Zároveň ze studie vyplývá, že rychlé zotavování pacientů je spíše podmíněno odstraněním samotné LDS.

V poslední době byla publikována srovnávací studie (Perotta et al. 2018), provedená v terénních podmínkách, kdy byla porovnávána laparoskopická metoda dle Christiansena a laparotomická metoda abomasopexie. V každé sledované skupině bylo 15 dojnic, přičemž ve sledovaných parametrech podpořených biochemickou analýzou nebyl mezi uvedenými metodami zaznamenán signifikantní rozdíl.

V souvislosti se srovnávacími studiemi a snahou vyhodnotit klinicky a v případě hospodářských zvířat i ekonomicky nejefektivnější postup je třeba zdůraznit principy Evidence-based veterinary medicine (EBVM), tj. veterinární medicíny založené na důkazech, kdy veterinární lékař by měl být schopen na základě dostupných vědeckých podkladů a svých odborných klinických znalostí navrhnout majiteli zvířete optimální postup řešení konkrétního medicínského problému. Klasickým postupem v těchto případech je vytváření kriticky hodnocených témat (CAT), kdy je relevantní praktická otázka identifikována a je k ní shromážděna relevantní literatura. Po identifikaci jednotlivých dostupných studií a v rámci principů EBVM se zdá, že k terapii LDS se dle literatury lépe hodí laparoskopické než laparotomické metody fixace slezu, nicméně je třeba zdůraznit, že vědecké důkazy pro toto tvrzení jsou velmi slabé, což podtrhuje nutnost dalšího výzkumu v této oblasti (Rees et al. 2015).

2.9. Ovlivnění produkčních a reprodukčních ukazatelů **postižených** dojnic postižených LDS

Zdravotní stav dojených krav má přímý dopad na ekonomické výsledky jejich produkce a na další faktory, které výrobu mléka ovlivňují (dojivost, plodnost aj.) (Kvapilík 2010).

Typickým klinickým nálezem pro dojnici trpící LDS, jsou změny biochemického profilu indikující negativní energetickou bilanci, poškození jater a zánětlivou reakci organismu. Zásadní marker NEB je zvýšení NEMK a BHB, které jednak dojnici k výskytu LDS predisponují, ale jejich koncentrace se následně zvyšuje vlivem prohlubování NEB v důsledku onemocnění LDS. Na závažnost klinicko-biochemických změn v organismu dojnic má zásadní vliv délka trvání LDS (Geishauser et al. 1998; Cardoso et al. 2008; Le Blance et al. 2005).

V důsledku NEB dochází v organismu zvířete k významným hormonálním a metabolickým změnám (Diskin et al. 2003). Dojnice, které prochází NEB mají zvýšenou incidenci ketózy, jaterní steatózy, hypokalcémie, mastitidy, zadržování placenty a samozřejmě i LDS (Le Blanc 2010; Esposito et al. 2014). Řada ze zmíněných onemocnění probíhá v subklinické formě, která je diagnosticky obtížněji rozeznatelná a plíživěji narušuje zdravotní stav a následně i užitkovost a reprodukční parametry (Imhasly et al. 2015). U ketózy, která s NEB a následně i LDS úzce souvisí, byl prokázán negativní vliv na imunitní systém a s tím související následná vyšší vnímavost dojnic k patogenům (Overton & Waldron 2004).

NEB během prvních týdnů laktace, kdy je také vrchol výskytu LDS může mít negativní dopad na reprodukční schopnosti dojnic, projevující se sníženým zabřezáváním po první inseminaci (Patton et al. 2007). Mimo to, je NEB považována za důležitý rizikový faktor výskytu zpožděné ovariální aktivity (Samarütel et al. 2008), kdy vysoká koncentrace NEMK zhoršuje zrání oocytů (Leroy et al. 2005) a navíc inhibuje funkci neutrofilů, což v důsledku vede ke zvýšené incidenci endometritid (Le Blanc 2010).

V literatuře se objevují práce s rozdílnými metodikami i výsledky mapující ovlivnění produkce a reprodukce onemocněním LDS (Raizman et al. 2002; Edwards & Tozer 2004; Jorritsma et al. 2008; Fodor et al. 2015; Hammann et al. 2016; Baird et al. 2017). Autory je diskutován zejména vliv prodělaného onemocnění na postiženou laktaci. Zde se výsledky liší zejména v souvislosti s užitkovostí ošetřovaných zvířat a objem ztrát nevyprodukovaného mléka je obecně v pozitivní korelaci s počtem laktací a užitkovostí postiženého jedince (Dettileux et al. 1997). Zde je třeba zdůraznit velmi často průměrnou užitkovost sledovaných

zvířat, tudíž se dá předpokládat na základě výše uvedeného, že se výsledky u vysokoprodukčních stád mohou lišit.

Například Hammann et al. (2016) vyčíslil ztrátu na postižené laktaci na 1016 kg mléka. Edwards & Tozer (2004) popsali ztrátu mléka mezi 250 až 800 kg za laktaci operované dojnice. Fodor et al. (2015) popsal snížení nádoje o 1339 kg mléka a Lyons et al. (2014) popsali o 2272 kg menší nádoj u zvířat postižených LDS. Naopak Jorritsma et al. (2008) signifikantní ztrátu v nádoji na 305 denní laktaci nezaznamenali a Baird et al. (2017) také ne. Raizman et al. (2002) popsali u dojnic operovaných perkutánní fixací celkově nižší nádoj, nicméně oproti neoperovaným zvířatům vykazovala signifikantní rozdíl laktační křivka pouze čtyři měsíce po operaci.

Reprodukce skotu jako taková je narušována celou řadou faktorů a vyhodnocení není jednoduché (Doležel et al. 2009), nicméně ovlivnění reprodukce samotnou LDS je v literatuře popsáno, většinou však ne u dojnic s vysokou užitkovostí. Jorritsma et al. (2008) zaznamenal prodloužení servis periody a mezidobí na postižené laktaci. Také Fodor et al. (2015) popsal prodloužení mezidobí a udává i zvýšení hodnot inseminačního indexu. Lyons et al. (2014) také uvádí delší servis periodu, nicméně v práci Raizman et al. (2002) je popsáno zvýšení inseminačního intervalu, ale k signifikantnímu prodloužení servis periody nedošlo. Naopak ve studii Baird et al. (2017) nevykazovala zvířata po LDS rozdíly v reprodukční výkonnosti proti zdravým dojnicím ve stádě.

Jak již bylo uvedeno výše, důkladnější porovnání, které by pomohlo odhalit eventuální vliv určité metody repozice na následnou produkci a reprodukci je limitováno velmi omezeným počtem relevantních srovnávacích studií (Rees et al. 2015).

Do analýzy ztrát produkce i reprodukce negativně zasahují úhyny, nebo předčasné vyřazení dojnic (Kvapilík 2009). Naštěstí bezprostřední úhyny po operacích různými metodami nejsou vysoké, nicméně srovnávací studie dlouhodobého sledování dojnic zaznamenaly v ročním horizontu cca 30 - 40 % ztráty (Seeger et al. 2006; Roy et al. 2008).

V literatuře je popsána obecně vyšší šance na vyřazení dojnice v laktaci, kdy byla postižena LDS. Například Jorritsma et al. (2008) prokázali u dojnic operovaných ventrální laparoskopickou abomasopexí v laktaci, kdy došlo k onemocnění 1,8krát vyšší šanci na vyřazení. Na následující laktaci byla šance na vyřazení však již stejná. Melendez et al. (2017), popsali, že krávy konzervativně léčené měli 37,3krát vyšší šanci na vyřazení a krávy ošetřované omentopexí 9krát vyšší šanci na vyřazení oproti ostatním dojnicím ve stádě. Oproti těmto sdělením Lyons et al. (2014) popsali u dojnic postižených i nepostižených LDS

stejnou šanci na vyřazení na postižené laktaci. Ke stejnému závěru došel i Baird et al. (2017) u dojnic ošetřených laparotomicky.

Dojnice, které jsou z chovu vyřazeny před využitím jejich produkčního potenciálu, musí být nahrazeny buď vlastní, nebo nakoupenou jalovicí. Finanční náklady na nahrazení dojnice negativně ovlivní ukazatele produkce a reprodukce a samozřejmě také ekonomické výsledky produkce mléka (Kvapilík 2009, 2010).

2. 10. Ekonomické aspekty produkčních a reprodukčních ztrát

Sledování ekonomiky produkce je nezbytnou součástí řízení chovu dojnic a významnou podmínkou dosažení odpovídajících výnosů. Chov dojných krav je významným odvětvím živočišné produkce v České republice i v Evropské unii (Kvapilík 2010). Jednou z hlavních podmínek ekonomicky úspěšné výroby mléka je dobrý zdravotní stav dojených krav, který je podmínkou intenzivní látkové výměny dojnice a tím i dobré dojivosti. Každé narušení zdravotního stavu, snížení příjmu krmiva, tělesná bolest, zranění končetiny apod. snižuje denní dojivost, což je nejdůležitější položka tržeb mléčné farmy (Frelich et al. 2001).

Jednou z nejnákladovějších položek chovu skotu je obměna stáda. Na této položce se v České republice v letech 2005 až 2017 podílely zdravotní problémy dojnic z 82 - 85 %. Hlavními produkčními chorobami, které ekonomické výsledky chovu nejvíce narušují, jsou poruchy plodnosti, záněty vemene (mastitidy) a onemocnění končetin, přičemž do této skupiny chorob patří i LDS. Důsledkem výskytu těchto chorob ve stádě jsou významné ekonomické ztráty, které jsou jednak přímé, tvořené náklady spojené s léčením, s poklesem tržeb v důsledku nižší užitkovosti a vyřazováním krav a jednak následovné, které představují teoretické snížení zisku, kterého mohlo být dosaženo v chovu dojnic bez výskytu produkční choroby. Jedná se o ztráty způsobené nižší produkcí telat, výpadkem produkce mléka apod. (Bartlett et al. 1995; Kvapilík 2010, 2018).

Samotný výsledek finančních ztrát vyčíslených z důvodu postižení dojnice LDS vychází z konkrétně zvolené metodiky a přímo souvisí s počtem analyzovaných ukazatelů. Bartlett et al. (1995) vyčíslili ekonomickou ztrátu na jednom zvířeti s LDS mezi 5643 CZK až 8941 CZK. Shaver (1997) vyčíslil ztrátu na jeden případ mezi 2200 a 4400 CZK na ošetření a 7348 CZK nákladů za celý případ. Geishauser et al. (2000) předpokládají ztrátu mezi 5500 až 8800 CZK v závislosti na použité metodě repozice. Nicméně již o několik let později Di Liang (2015) a Fodor et al. (2015) při důkladné analýze pochopitelně dosahují při odhadu ztrát vyšších čísel. Fodor et al. (2015) popsal ekonomické aspekty onemocnění LDS

v maďarském chovu 930 vysokoprodukčních dojnic, kdy podstatou ztrát byla produkce menší o 1339 kg za laktaci, mezidobí o 58 dní delší a inseminační index 1,29 krát vyšší v porovnání se zdravým zbytkem stáda. Tito autoři (Fodor et al. 2015) vyčíslili průměrnou finanční ztrátu na jeden případ LDS na 15305 CZK, kdy 42,6 % z této částky připadalo na vyřazení zvířat z chovu z důvodu onemocnění, 14,2 % byly vyčísleny ztráty z důvodu zvýšené mortality, třetí nejvýznamnější položku 14,1 % tvořily ztráty užitkovosti mléka, dále pak 13,5 % představovalo prodloužené mezidobí, 10,8 % byla cena operace, 3,2 % představovala cena vyřazeného mléka a 1,6 % cena navíc potřebovaných inseminačních dávek. Zvyšování ztrát na vyšších laktacích (4+) lze vysvětlit zvýšenou šancí na vyřazení zvířete, která dosahovala až 60 % v průběhu postižené laktace.

Tabulka kalkulace ztrát Fodor et al. (2015), ztráty na 1 případ LDS (CZK) (1EUR/25 CZK)

pořadí laktace	1. laktace	2. laktace	3. laktace	4+.laktace
vyřazení z chovu	3440	7202,5	6492,5	18832,5
úhyn	3532,5	705	1482,5	2865
snížená produkce mléka	1815	2882,5	1825	1600
prodloužené mezidobí	1695	2782,5	1767,5	1520
cena operace	1700	1632,5	1627,5	1397,5
vyřazené mléko	540	505	507,5	222,5
zvýšení počtu inseminací	352,5	150	170	232,5
celkem	13072,5	15860	13872,5	25170

K podobnému závěru došel i Di Liang (2013), který považuje dislokaci slezu za nejdražší produkční onemocnění. Ztráty (CZK) vyvolané produkčními chorobami dojnic na 2. a další laktaci (1USD/22 CZK).

náklady	LDS	mastitis	kulhání	zadržení lůžka	metritis	mléčná horečka	ketóza
veterinární náklady	4353	1697	2259	1869	1960	1874	1150
nižší dojivost	5187	3033	691	NaN	170	112	123
vyřazené mléko	NaN	1752	46	2471	1055	NaN	NaN
mléko celkem	5187	4785	737	2471	1225	112	123
vyřazování krav	1752	381	1080	77	334	333	277
vyšší úhyny	485	269	242	NaN	367	970	120
pracovní	366	267	305	272	227	294	279
delší SP	73	70	77	NaN	92	74	70
celkem	12216	7469	4700	4689	4205	3657	2020

Jak je tedy patrné, ekonomické ztráty v důsledku onemocnění LDS jsou generovány primárně zvýšenou pravděpodobností vyřazení postiženého zvířete z chovu, nicméně velmi důležité jsou i aspekty reprodukce jako prodloužený interval, zvýšení inseminačního indexu a samozřejmě pro chovatele bezprostředně zásadní je snížení užitkovosti na postižené laktaci, kdy právě mléko tvoří většinu tržeb mléčné farmy (Kvapilík 2010; Fodor 2015).

Mléčná užitkovost, která je výskytem LDS negativně ovlivněna, má vliv na ziskovost mléčných farem, proto je analýze tohoto ukazatele a faktorům, které jí ovlivňují věnována značná pozornost. Existuje celá řada modelů, které vyhodnocují efekt genetického posunu stáda, zvýšení kvality ošetrovatelské péče, složení krmiva, sezónní efekt apod. (Zavadilová 2005). V reálném provozu na úrovni konkrétního chovu je produkce mléka ovlivněna výše uvedenými faktory, které mají vliv na celé stádo, současně však hrají významnou roli i

faktory působící individuálně na konkrétní zvířata. Pro selekci a individuální posouzení užítkovosti konkrétních krav je žádoucí posouzení užítkovosti konkrétní dojnice v souvislosti se stádem, což ovšem znamená práci s omezeným objemem dat a různými modely následné predikce očekávané užítkovosti. U dojného skotu je základem predikce 305denní normovaná laktace, což vede k potřebě nalézt vhodnou regresní funkci, pro určení individuální užítkovosti, protože data jsou získávána jednou za měsíc. Na modelování 305denní laktace skotu byla zaměřena řada studií (Leon-Velarde et al. 1995; Golebiewski et al. 2011; Marek et al. 2015).

Produkčními chorobami vyvolané ekonomické ztráty se vyskytují ve všech stádech, obvykle postihují několik ukazatelů produkce najednou a vliv na ekonomiku chovu je dlouhodobý. Z ekonomického hlediska je u produkčních chorob výhodnější prevence než léčení. A je proto vhodný komplexní výzkum vedoucí ke snížené incidenci těchto chorob v zemědělských provozech (Kvapilík 2018).

Z výše uvedeného textu je zřejmé, že ekonomické ztráty chovatelů mohou být významné, proto je třeba tyto ztráty snižovat. V České republice, kde je chov skotu nedílnou součástí zemědělství, k tomu existuje řada důvodů. Patří mezi ně:

- dlouhodobá úspěšná tradice v chovu skotu
- postupné zvyšování objemu živočišné produkce
- nižší intenzita výroby mléka ve vztahu k průměru Evropské unie
- růst domácí spotřeby mléka a mléčných výrobků v posledních letech
- využívání zemědělské půdy a trvalých travních porostů
- zvýšení zaměstnanosti nejen v zemědělství (služby, doprava, poradenství aj.)
- využití kapacity zpracovatelského průmyslu
- zvýšení příjmů podniků s chovem skotu (Kvapilík 2010).

Samotné hodnocení ekonomických ukazatelů výroby mléka a hodnocení ztrát způsobených konkrétní produkční chorobou je velmi složitá záležitost s řadou proměnných. Při analýze ekonomických ukazatelů v chovech v České republice se standartně vychází z těchto položek.

- tržby za mléko
- tržby za prodaná zvířata
- vnitropodnikové převody zvířat
- tržby za spotřebované (krmné) mléko
- ceny statkových hnojiv

- ostatní tržby a příjmy
- změny stavu zvířat
- dotace (Kvapilík 2010).

V kalkulacích používaných v ČR se započítávají i dotační tituly, což je trochu jiný přístup oproti většině zahraničních kalkulací, kde se do příjmů zahrnují tržby za mléko, za jatečné krávy a za prodaná telata. Ostatní tržby a příjmy jsou vykazovány pouze sporadicky. Dotace a prémie jsou součástí příjmů především ve "starších" kalkulacích, po oddělení přímých plateb od produkce se na jednotlivé komodity obvykle nezapočítávají (Isermeyer 2007).

Na závěr lze konstatovat, že bezzbytku platí konstatování, že ani nejlepší nákupní ceny ani vysoká užitkovost nebudou chovatelům co platné, pokud nebudou mít pod kontrolou náklady, nebude v pořádku zdravotní stav, plodnost zvířat a budou se vyskytovat nedostatky ve výživě zvířat (Bouška et al. 2006).

3. Hypotézy a cíle práce

Publikované studie se soustřeďují především na průběh rekonvalescence krátce po zákroku, v dlouhodobějším horizontu řeší spíše výskyt recidiv nebo stupeň brakace. Ve většině případů se přitom jedná o sledování pacientů ze stád s průměrnou až podprůměrnou užitkovostí, nebo užitkovost není specifikována. Dynamika metabolických změn u zvířat se špičkovou užitkovostí může být dramaticky odlišná. Dalším handicapem z pohledu praktických výstupů je skutečnost, že pokud byla zvířata – oproti běžné terénní praxi - hospitalizována na specializovaných klinikách mimo vlastní chov, je to nepochybně spojeno s vyššími standardy operační i pooperační péče na straně jedné, transportními a nutričními stresy na straně druhé. Pro seriózní posouzení ekonomické výhodnosti jedné či druhé metody také chybí údaje o následné reprodukční výkonnosti operovaných zvířat nebo vyhodnocení mléčné produkce za celou laktaci, k dispozici nejsou ani podrobnější informace o osudu operovaných zvířat po následujícím porodu.

Na základě výše uvedených poznatků jsme stanovili následující hypotézy:

- 1) úspěšnost operačních zákroků v terénních podmínkách je srovnatelná s výsledky dosahovanými na specializovaných klinických pracovištích
- 2) menší invazivnost laparoskopické metody oproti metodě laparotomické se příznivě projeví právě u zvířat se špičkovou užitkovostí a tedy vyšší metabolickou zátěží organismu
- 3) dlouhodobější sledování následné mléčné užitkovosti a reprodukční výkonnosti umožní objektivní zhodnocení ekonomického přínosu volby metody pro chovatele

Cíle:

V terénních podmínkách chovu holštýnských dojnic s nadprůměrnou užitkovostí:

- 1) zhodnotit průběh a bezprostřední úspěšnost operací LDS metodou laparotomickou dle Dirksena a metodou laparoskopickou dle Janowitzze
- 2) vyhodnotit ukazatele mléčné produkce, reprodukční výkonnost a výskyt dalších zdravotních komplikací u operovaných dojnic za celou laktaci a laktaci následující, a to jak s ohledem na použitý operační postup nebo stupeň změn zdravotního stavu před operací, tak se zřetelem k situaci u celého stáda, resp. vrstevnic

- 3) zpracovat analýzu ekonomických dopadů výskytu LDS
- 4) na základě vybraných indikátorů metabolismu vyhodnotit průběh rekonvalescence operovaných dojnic s ohledem na stupeň změn zdravotního stavu před operací a s ohledem na použitý operační postup

4. Materiál a metody

4.1. Charakteristika chovu

Sledování bylo prováděno v chovu firmy Agro, družstva Záhoří, které hospodaří v klimatické oblasti mírně teplé, výrobní oblasti obilnářské, typu obilnářsko krmivářském, s nadmořskou výškou 430 – 530m, s průměrnou roční teplotou 8 - 8,5°C a srážkami 580 – 600 mm.

Charakteristika chovu (2015):

Stáj	A	B
počet ustájených zvířat	340 krav	650 krav
skupiny dle fáze laktace	10	19
dojírna	Rybinová Miele 2x8míst	rybinová DeLaval 2 x 12 míst
uzavřené laktace prvotelky	10920 l	10969 l
uzavřené laktace krávy	12186 l	12215 l
servis perioda	141,8 dní	137,5 dní
mezidobí	426,9 dní	405,6 dní
interval	69,7 dní	68,5 dní
inseminační index	2,5	2,4
počet dojení	3 x	3 x

Chov má dlouhodobě nízký průměr počtu somatických buněk (PSB) do 200000/ml mléka. Tento zemědělský podnik se umísťuje v součtu produkce kilogramů tuku a bílkovin do 10. místa v České republice a zaujímá v rámci ČR přední pozice v celoživotní užitkovosti dojnic nebo hodnocení exteriéru prvotetek. Stádo řídil po celé sledované období stejný zootechnik.

4.2. Vlastní sledování a analýzy

Do studie byly zařazené dojnice postižené LDS, které byly ve výše uvedeném chovu diagnostikovány a následně chirurgicky ošetřeny. Větší část zvířat byla diagnostikována veterinárním lékařem při pravidelném zdravotním monitoringu otelených krav nebo bylo podezření na výskyt LDS formulováno zootechnikem na základě poklesu nádoje zjištěného softwarem dojírny a diagnóza následně potvrzena veterinárním lékařem perkusí a auskultací z levé strany dutiny břišní. Dojnice byly před operací opětovně klinicky vyšetřeny a u většiny zvířat byla diagnostikována ketonurie měřením β -hydroxybutyrátu v krvi pomocí glukometru s ketoproužky (WellionVet Belua, Rakousko), snížení motility bachoru a byla zaznamenána interkurentní onemocnění. Postižené dojnice LDS byly do 24 hodin od stanovení diagnózy podrobeny chirurgickému zákroku. Užívána byla metoda laparoskopické abomasopexe dle Janowitze (LS, Janowitz 1998) nebo laparotomické omentopexe dle Dirksena (LT, Dirksen 1967). Operační zákrok prováděla vždy stejná osoba.

Postoperační péče spočívala v orální aplikaci probiotik a glycerolu a u některých případech byla provedena infuzní terapie hypertonickým roztokem (Haloun & Šterc 2009). Krávy se zadržným lůžkem, peritonitidou nebo mastitidou byly ošetřeny parenterální aplikací antibiotik. Toto použití bylo zaznamenáno.

Zvířata zůstala ve sledování v laktaci, kdy došlo k operaci a eventuálně i v laktacích následujících. Po celou dobu u nich byla zaznamenávána data z faremní evidence a kontroly užitečnosti pro další zpracování a splnění vytyčených cílů.

4.2.1. Postupy operací

4.2.1.1. Laparoskopická abomasopexe dle Janowitze

Operace se zahajuje na stojícím pacientovi, kdy je po ověření diagnózy fonendoskopem vyholeno operační pole o velikosti 40 x 20 cm, které začíná v levé hladové jámě a končí v 11. interkostálním prostoru. Operační pole je standardním způsobem připraveno omytím Betadine mýdlem® (povidonjod) a následně je dezinfikováno třikrát Braunolem® (povidonjod). Poté je provedena lokální infiltrační anestezie v místech pro vstup laparoskopických nástrojů a to v levé hladové jámě na šířku ruky ventrálně od příčných výběžků obratlů a přímo kaudálně za posledním žebrem a v 11. interkostálním prostoru, opět na šířku ruky ventrálně od příčných výběžků obratlů. K anestezii bylo použito 20 ml 1% Procainu Bioveta®. Následně je provedena incize kůže v obou připravených místech. Poté je

v první popsané pozici zaveden do dutiny břišní trokar s magnetickým ventilem (délka 12 cm, průměr 10 mm). Proudění vzduchu do dutiny břišní potvrdí správné zavedení jehly. Pokud vzduch proudí ven je možno vyslovit podezření zavedení trokaru do bachoru. Pokud vzduch z trokaru neprochází, je pravděpodobné, že nedošlo ke vstupu do dutiny břišní a trokar uvízl v její stěně. Samovolné proudění vzduchu do dutiny břišní většinou postačuje k vytvoření pneumoperitonea a použití insuflátoru vzduchu s filtrem nebývá nutné. Laparoskopie je prováděna rigidním endoskopem o průměru 8 mm (Dr. Fritz-Endoscopy®). K přístupu do dutiny břišní se používá trokar s magnetickým ventilem (délka 12 cm, průměr 10 mm), kterým je laparoskop do dutiny břišní zaveden.

Při vyšetření dutiny břišní je zjištěn stupeň dislokace slezu a posouzena vnější stěna slezu. Velmi důležitá je diagnostika případných adhezí, či dokonce srůstů slezu s levou stěnou dutiny břišní. U silně plynem naplněného slezu je vhodná jeho částečná dekomprese pomocí speciální kanyly (2,5 x 200 mm) zavedené v 11. interkostálním prostoru. Poté je do lumina slezu zaveden pomocí dalšího speciálního trokaru (průměr 4 mm, délka 40 cm) fixační kolíček, který by měl být umístěn do místa fundu slezu v kraniální části dobře viditelné kupule slezu.

Fixační kolíček (Dr.Fritz-Endoscopy®) se skládá z 4 cm dlouhého metalického kolíku, na kterém je připevněno 80 cm dlouhé neresorbovatelné supramidové vlákno EP 4. Po zavedení kolíčku je slez přes trokar zcela odplyněn a rychle klesne ventrálním směrem. Potom jsou konce fixačních vláken vpuštěny operátorem do dutiny břišní.

Ve druhé části operace je kráva nejprve sedována 40 mg xylozinu (Rometar®) i. v. a položena na pravou stranu těla. Přední a zadní nohy jsou svázané a pacientka je přemístěna do hřbetní polohy. Při tom se slez sám přesune do fyziologické polohy. Po oholení a dezinfekci 30 x 40 cm velkého operačního pole na šířku ruky vpravo a kraniálně od pupku jsou zavedeny do dutiny břišní 10 cm od sebe dva trokary. Silnějším kraniálně zavedeným 10 mm trokarem je vložen laparoskop, slabším trokarem (průměr 5 mm) se zavádí zahnuté uchopovací kleště (průměr 5 mm, délka 50 cm). Po identifikaci vláken kolíčku, které se obvykle táhnou příčně od místa vpichu v 11. mezižeberním prostoru přes bachor k slezu, jsou vlákna uchopena a vytažena z dutiny břišní. Laparoskop je následně odstraněn a insuflovaný vzduch vypuštěn přes otevřený trokar. Slez je k místu fixace přitažen pomocí vláken kolíčku. Vlákna jsou po propíchnutí obvazu spolu svázaná. Je vhodné ponechat cca 5 cm prostor od břišní stěny kvůli možnému otoku rány. Místa po vstupu trokarů se nešíjí, jsou ošetřena antibiotickým sprejem Pederipra®. Kráva je po skončení operace uložena ve sternální poloze. Fixační sutura je odstraněna za 3 týdny (Janowitz 1998).

4.2.1.2. Pravostranná laparotomie s omentopexí dle Dirksena

Přístup do dutiny břišní se provádí incizí ve fossa paralumbalis dextra. Kde je před tím vyholeno operační pole o velikosti 50 x 100 cm. Je provedena dezinfekce operačního pole omytím Betadine mýdem® (povidonjod) a následně je provedena třikrát opakovaná dezinfekce Braunolem® (povidonjod). Poté je provedena distální paravertabrální anestezie, kdy je aplikováno 10 ml 1% Procainu Bioveta® k příčným výběžkům obratlů T13 – L3. Následně je provedena lokální infiltrační anestezie místa řezu za pomoci 40 ml 1% Procainu Bioveta®. Extrémně neklidným zvířatům bylo aplikováno 20 mg xylozinu pro toto. Po otevření dutiny břišní je provedena palpace a adspexce orgánů na pravé straně dutiny břišní. Pak je zavedena paže kolem kaudálního okraje závěsu opony až k levé břišní stěně a dislokovaný distendovaný slez identifikován mezi stěnou břišní a bachorem. Následně je provedena dekomprese slezu vypuštěním plynu pomocí jehly s hadičkou. Jehla je protažena schovaná v dlani kolem kaudálního okraje závěsu opony a je zavedena do dorzálního vyklenutí slezu. Po dekompresi slez zkolabuje a je reponovatelný tahem z pravé strany za pylorus nebo za omentum odstupující z pyloru a duodena. Po repozici slezu na pravou stranu je potřeba před provedením omentopexe zkontrolovat jeho pozici a pozici s ním se pojících orgánů.

K zajištění fyziologické polohy je třeba dodržet několik kroků. Nejprve by měl být tahem za velkou oponu kaudálním a dorzálním směrem odhalen světlý, zakřivený pylorus mířící dorzálně, na kraniioventrální straně incize napojený na hůře viditelné, omentem kryté kraniální duodenum, které pokračuje dorzálním a kraniálním směrem. Současně s kaudální trakcí za omentum se zavádí levá paže ventrokraniálně podél parietální strany slezu do kraniální části dutiny břišní, kde lze palpat charakteristické šestiboké sklípky čepce. Pokud není čepce fixován adhezemi, měl by být hodně pohyblivý. Pak by měla být potvrzena pozice knihy kraniodorsálně od slezu mezi pravou břišní stěnou a bránicí. Někdy se stává, že kniha zůstává mediálně od slezu, i když byl slez navrácen do relativně normální pozice. Jestliže se tak stane, pozice by měla být upravena tím, že se ruka zavede ventromediálně od slezu a kniha se vytlačí dorzálně přes slez do své běžné pozice. Je-li slez ve správné pozici je provedena omentopexe. Operujícím je identifikována duplikatura omenta (tzv. „prasečí“ nebo „sloní“ ouško) nacházející se asi 20 – 30 cm za pylorem a ta je vtáhnuta do operační rány, kde je fixována přišítkou do ventrální komisury rány pomocí čtyř jednoduchých U stehů (PGA Resorba®, EP 4) založených do pobřišnice a příčného svalu břišního. Následně je stěna dutiny břišní uzavřena dvěma etážemi jednoduchého pokračovacího stehu (PGA Resorba®, EP 4). Do první etáže je zahrnuto peritoneum, m. transversus abdominis a m. obliquus internus

abdominis, do druhé m. obliquus externus abdominis a m. cutaneus maximus. Následně je provedena sutura podkoží jednoduchým pokračovacím stehem (PGA®, EP 4) a operace je zakončena suturou kůže jednotlivými horizontálními U stehy (Seraflex®, hedvábí EP 5). (Dirksen 1967)

4.2.2. Sledovaná data

Do sledování bylo zařazeno celkem 176 dojníc operovaných laparoskopickou metodou a 51 dojníc operovaných laparotomickou metodou, dále byly získány údaje o neoperovaných dojnicích ve stádě, kde byl celkový počet analyzovaných laktací 7051.

U každé operované dojnice bylo zaznamenáno, jakou metodou byla operována, jaký byl průběh rekonvalescence, zda dojnice dostala antibiotika, jaký druh a kolik dávek. Byl také zaznamenán případný výskyt interkurentních onemocnění, návrat dojnice do produkce, konkrétně zda se vyléčila a byla zařazena do produkce, zda dokončila laktaci a zda znovu zabřezla a byla zařazena do následující laktace. Konkrétně byly z podnikové evidence získány následující údaje o jednotlivých zvířatech: datum narození a datum vyřazení z chovu, data inseminace, výsledky diagnostiky gravidity, data otelení, denní nádoj z kontrolních měření v rámci kontroly užitkovosti, datum a metoda operace LDS.

Základními zdrojovými daty pro hodnocení produkčních a reprodukčních ukazatelů krav zahrnutých do této studie (operované i neoperované) byly hodnoty pocházející z kontroly užitkovosti plemenářské organizace. U každé dojnice byla k dispozici data z kontroly (nádoj, tuk v mléce, bílkovina v mléce, počet somatických buněk) od roku 2000 a reprodukční data od roku 1995.

Údaje o dojivosti a reprodukčních ukazatelích operovaných krav byly srovnány s údaji ostatních dojníc ve stádě. Ke každé neoperované dojnici ve stádě byly získány opět údaje o denním nádoji z měsíčních kontrol užitkovosti a údaje o prováděných inseminacích během stávající, minulé a následující laktace. Za zahájenou laktaci byl považován stav, kdy byl získán alespoň jeden údaj z měsíční kontroly užitkovosti. Porovnání bylo prováděno oproti všem neoperovaným dojnicím ve stádě za období 2006-2015.

Ekonomická data jako cena mléka, cena jatečného skotu, náklady na krmný den, finanční hodnota do chovu zařazované jalovice, hodnota narozeného telete, náklady na likvidaci kadáveru byla získána z podnikového účetnictví a finančních uzávěrek firmy Agro, družstvo Záhoří za rok 2006 - 2015.

K biochemické analýze bylo ze 176 dojníc operovaných laparoskopickou metodou

náhodně vybráno 44 dojnic, u kterých byly odebírány vzorky krve. Z 51 dojnic operovaných laparotomickou metodou bylo náhodně vybráno 9 dojnic, kterým byly odebrány vzorky k biochemickému vyšetření. Počáteční metabolický profil pacientů a průběh rekonvalesce byl monitorován v den operace, před jejím zahájením (D1), 10. (D10) a 30. den po operaci (D30). Jako kontrola byla využita data získaná z pravidelného monitoringu zdravotního stavu dojnic v tranzitní periodě. Vybrány byly údaje 26 zvířat věkem, dny v laktaci a termínem vyšetření nejbližších operovaných pacientům. Získávání dat z biochemického vyšetření krve probíhalo v rámci pravidelného monitoringu zdravotního stavu otelených dojnic.

4.2.3. Zpracování dat a jejich analýza

4.2.3.1. Analýza přežívání

Pro hodnocení přežívání, dojivosti a reprodukčních ukazatelů byly všechny operované dojnice (na základě jejich sledování po operaci) zařazeny do 4 skupin takto:

Do skupiny I byly zařazeny dojnice, které operaci bezprostředně přežily, ale uhynuly, nebo byly vyřazeny do 30 dnů po operaci.

Do skupiny II byly zařazeny dojnice, které operaci přežily, zotavily se natolik, že byly zařazeny do laktace, ale nedokončily normovanou 305denní laktaci. Byly vyřazeny z různých důvodů.

Do skupiny III byly zařazeny dojnice, které se po operaci zotavily, byly zařazeny do laktace, normovanou 305denní laktaci dokončily, ale z různých důvodů nebyly zařazeny do další laktace. Důvodem pro nezařazení byla nižší užitkovost nebo reprodukční problémy.

Do skupiny IV byly zařazeny dojnice, které se po operaci zotavily, byly zařazeny do laktace, dokončily normovanou 305denní laktaci a vstoupily do další laktace.

Zbytek stáda byl za sledované období 2006 - 2015 také rozdělen pro hodnocení přežívání, dojivosti a reprodukčních ukazatelů do čtyř skupin takto:

Do skupiny A byly zařazeny dojnice, které uhynuly nebo byly vyřazeny do 30 dnů od otelení.

Do skupiny B byly zařazeny dojnice, které byly vyřazeny nebo uhynuly před dokončením 305denní normované laktace.

Do skupiny C byly zařazeny dojnice, které dokončily normovanou 305denní laktaci, ale z různých důvodů nebyly zařazeny do další laktace. Důvodem pro nezařazení byla nižší užitkovost nebo reprodukční problémy.

Do skupiny D byly zařazeny dojnice, které dokončily normovanou 305denní laktaci a vstoupily do další.

4.2.3.2. Analýza dojivosti a reprodukce

Získané odhady 305denních nádojů na jednotlivých laktacích byly porovnávány s operovanými dojnicemi pomocí t-testu. Dále byla testována shoda středních hodnot 305denních nádojů na laktaci následující po laktaci s operací a také na laktaci předcházející.

V našich analýzách byla použita data za delší období, která byla analyzována pomocí metod časových řad. Nádoje byly modelovány za použití Woodovy funkce (více statistické metody a příloha 1). V dotčeném období 2005 – 2015 byla prokázána existence trendové a sezónní složky v časové řadě 305denních nádojů.

Reprodukční výkonnost byla hodnocena podle hrubého inseminačního indexu (Louda 2008) a procenta zabřeznutých krav jak na úrovni celého stáda, tak u operovaných krav. Pomocí testů dobré shody bylo testováno, zda je úspěšnost inseminace nezávislá na skutečnosti, zda byla kráva operována či nikoliv.

4.2.3.3 Analýza ekonomických dopadů LDS

Analýza ekonomických dopadů LDS byla hodnocena u III. a IV. skupiny operovaných zvířat, která dokončila laktaci, na které proběhla operace. Při analýze ekonomických dopadů jsme předpokládali, že onemocnění LDS s sebou přineslo ztráty v důsledku nákladů na pokles mléka, delší laktace na menší užitkovosti, předčasného vyřazení zvířete, náklady na vyšší mortalitu, menšího počtu dalších laktací, a tedy vyšších pořizovacích nákladů za laktaci, prodloužení doby mezidobí před dalším otelením a samozřejmě nákladů na chirurgickou repozici dislokovaného slezu. Při analýze ekonomických dopadů byly provedeny dva výpočty. První výpočet byl proveden rozvahou ztrát na jedné operované dojnici, k druhému byl použit simulační software ARENA.

4.2.3.4. Biochemická analýza

Krev pro vyšetření biochemického profilu zvířete byla opakovaně odebírána z ocasní žíly (vena coccygea). A to v den operace před jejím zahájením (den 1), dále za 10 dní po

operaci (den 10) a za 30 dní po operaci (den 30). Celkově byla odebírána krev za období 20 měsíců. Odběr byl proveden do odběrové zkumavky HEMOS (Gama). Sražená krev (60 minut v termostatu při 38 °C) byla centrifugována (EBA20, Hettich) při 2700 otáčkách po dobu 10 minut a biochemický profil byl stanovován v krevním séru.

Byl použit analyzátor Erba Lachema XL200 (Erba Group). Neesterifikované mastné kyseliny (NEMK), triacylglyceroly (TAG), cholesterol (CHOL), celková bílkovina (TP), albumin (ALBU), močovina (UREA), gamaglutamyltransferáza (GMT), aspartátaminotransferáza (AST), alkalická fosfatáza (ALP), fosfor (P), vápník (Ca) a hořčík (Mg) byly stanoveny kolorimetricky s využitím komerčních kitů (Erba Lachema s. r. o., Brno, Česká republika). Elektrolyty sodík (Na), draslík (K) a chloridy (Cl) byly stanoveny iontově selektivními elektrodami na analyzátoru Erba Lachema XL200 (Erba Lachema s.r.o., Brno, ČR). Haptoglobin (HAPT) byl stanoven komerčním setem Haptoglobin Bovine (Tridelta Development, Ireland). BHB byl analyzován enzymaticko-kinetickou metodou pomocí analytických souprav RANDOX NEFA a RANDOX RANBUT od firmy RANDOX Laboratories Ltd., UK a hladiny glukózy byly analyzovány pomocí analytických souprav GLU L 500 S od firmy PLIVA – Lachema diagnostika s.r.o., Brno, Česká republika na principu enzymatického fotometrického stanovení.

Biochemický profil zvířat byl, s ohledem na relativně dlouhé období sběru dat (20měsíců) během kterého docházelo na farmě ke změnám krmné dávky, vyhodnocen ve třech dílčích analýzách: laparoskopicky operované dojnice vs. kontrolní skupina (LS x K), laparotomicky operované dojnice vs. kontrolní skupina (LT x K) a laparoskopicky operované dojnice vs. laparotomicky operované dojnice (LS x LT). Pro každou analýzu byla vybrána data zvířat vzájemně si odpovídající termínem odběru vzorků. Do analýzy LS x K bylo zařazeno 37 zvířat (LS – 12, K – 25). Do sledování LT x K bylo zařazeno 12 zvířat (LT – 5, K - 8). Do sledování LS x LT bylo zařazeno 17 zvířat (LS – 11, LT – 6).

4.3. Statistické metody

Analýza přežívání byla hodnocena pomocí testů dobré shody, kdy byl analyzován poměr šancí na zahájení další laktace u operovaných dojníc a u dojnice ve stádě bez sledovaného onemocnění. V kontingenčních tabulkách byla také testována nezávislost typu operace (laparotomicky, laparoskopicky) na dokončení či nedokončení laktace. Pro analýzu přežívání zvířat po operaci byl použit χ -kvadrát test dobré shody na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Analýza dojivosti byla založena na odhadech středních hodnot 305denních nádojů na jednotlivých laktacích, které byly porovnávány se středními hodnotami u operovaných dojníc za využití Studentova t-testu. Dále byla testována shoda středních hodnot 305denních nádojů na laktaci následující po laktaci s operací a také na laktaci předcházející. Nádoje byly modelovány z důvodu potřeby odfiltrovat zvyšující se užitkovost stáda v průběhu času. Tato analýza si vyžádala přípravu speciálně vyvinutého software. Problematika modelování laktačního cyklu je řešena samostatně v článcích (Marek et al. 2015; Marek 2016). V těchto publikacích bylo porovnáno 7 různých nelineárních funkcí navržených pro aproximaci laktačního cyklu ze změřených denních nádojů na pravidelných měsíčních kontrolách užitkovosti. V těchto publikacích byl uveden detailní popis algoritmu pro aproximaci založený na nelineární regresi. Jako nevhodnější byla vyhodnocena Woodova funkce, kterou jsme proto použili v našich výpočtech pro odhad celkového 305denního nádoje. V našich analýzách byla použita data za delší období, která byla analyzována pomocí metod časových řad (Haloun et al. 2016) (podrobně příloha 1).

V dotčeném období 2005–2015 byla prokázána existence trendové a sezónní složky v časové řadě 305denních nádojů. Proto byla navržena metodika pro korekci odhadnutých nádojů, která vycházela z určení indexů dojivosti pro jednotlivé roční kvartály ve sledovaném období. Počáteční hodnota indexu byla stanovena na 1 pro I. kvartál roku 2010. Po vypočtení základních statistických charakteristik (výběrový průměr a výběrová směrodatná odchylka) porovnávaných skupin (stádo x operované, LT x LS) byl aplikován t-test.

Reprodukční schopnosti byly měřeny podle úspěšnosti inseminací. Pomocí testů dobré shody bylo testováno, zda je úspěšnost inseminace nezávislá na skutečnosti, zda byla kráva operována či nikoliv. Při analýze reprodukčních schopností byly porovnávány hodnoty inseminačního indexu a procenta úspěšných inseminací u celého stáda a u operovaných krav na různých laktacích. Pro testování hypotézy o nezávislosti úspěšností inseminace na znaku „dojnice byla či nebyla operovaná na LDS“ byly použity testy nezávislosti v kontingenčních

tabulkách založené na výpočtu chi-kvadrát statistiky. Při analýze dat produkčních reprodukčních ukazatelů byly údaje statisticky hodnoceny na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Analýza ekonomických dopadů LDS byla hodnocena u III. a IV. skupiny operovaných zvířat, která dokončila laktaci, na které proběhla operace. Při analýze ekonomických dopadů jsme předpokládali, že onemocnění LDS s sebou přineslo ztráty v důsledku nákladů na pokles mléka, delší laktace na menší užitkovosti, předčasného vyřazení zvířete, náklady na vyšší mortalitu, menšího počtu dalších laktací, a tedy vyšších pořizovacích nákladů za laktaci, prodloužení doby mezidobí před dalším otelením a samozřejmě nákladů na chirurgickou repozici dislokovaného slezu. U operovaných dojníc byly vypočteny finanční náklady vzniklé poklesem nádoje na laktaci s operací, vyšší náklady na odpis dojnice, cenu operace a vyšší počet úhynů. K simulaci ztrát na zisku z jedné dojnice postižené LDS byl také v druhém výpočtu použit software ARENA (Kelton et al. 2015), kde byl kalkulován i krmný den a reprodukční cyklus dojnice.

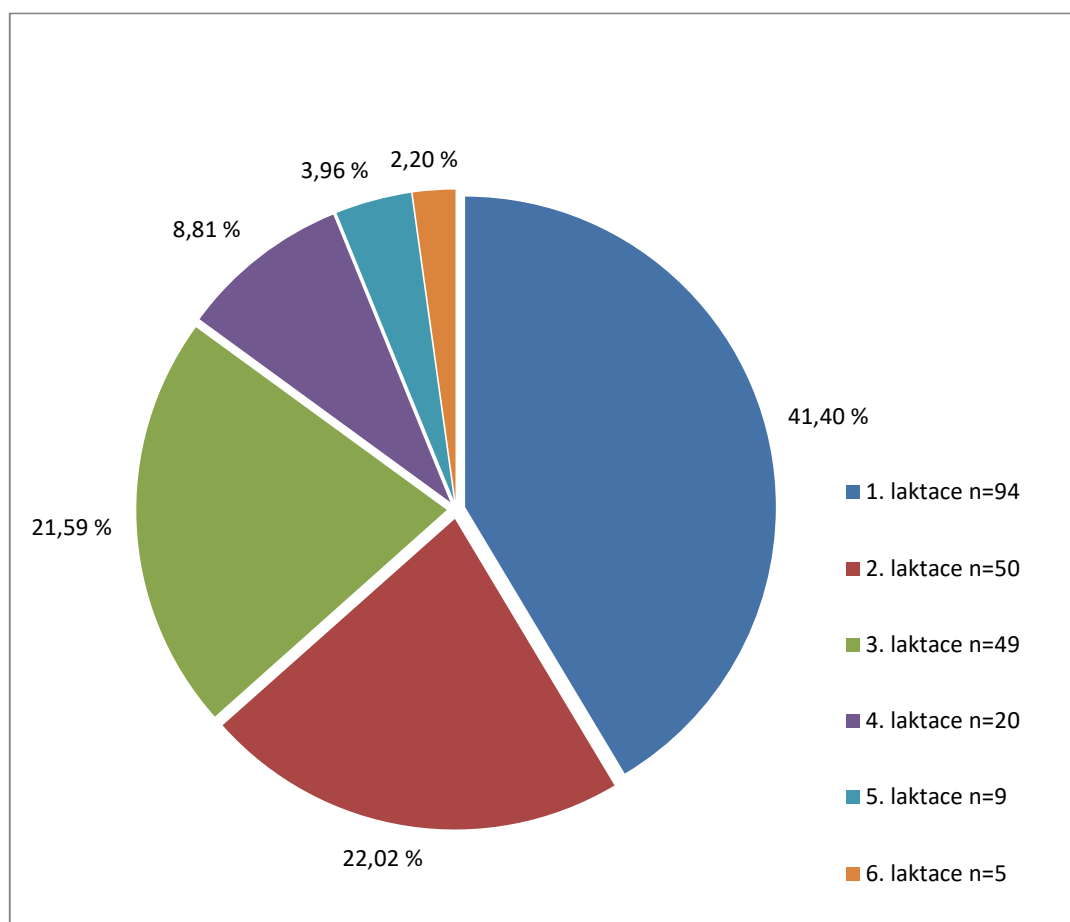
Naměřená data biochemického profilu operovaných zvířat byla podrobena explorační analýze zaměřené na odhalení odlehklých hodnot a ověření normality rozdělení všech závisle proměnných. Sledované parametry (NEMK, BHB, TAG, CHOL, UREA, GMT, AST, ALP, K, P, HAPT) vykazovaly logaritmicko-normální rozdělení. Data byla po logaritmické transformaci vyhodnocena pomocí smíšeného lineárního modelu s opakovaným měřením procedurou MIXED (verze 9.3; SAS Institute Inc., Cary, NC). Parametry byly odhadnuty metodou REML. Model byl strukturován tak, aby zahrnoval vliv období a kombinovaný efekt skupiny (LS, LT, K) a dne po operaci. Vzhledem k opakovaným měřením biochemických parametrů u každé krávy byly náhodné kovariance mezi dny po operaci zahrnuty do reziduální R matrice. Na základě Akaikeho informačního kritéria a Schwartz-Bayesova kritéria (Littell et al. 2000) byla jako nejvhodnější vybrána symetrická struktura kovariancí pro GLU, NEMK, TAG, CHOL, TP, ALBU, UREA, GMTCl, P, Ca a pro Na, K, Mg, BHBlog, ASTlog, ALPlog, HAPTlog její alternativa s heterogenními rozptyly. Byly vypočteny průměry nejmenších čtverců a provedeno vícenásobné porovnání rozdílů mezi odhady podle jednotlivých efektů s korekcí dle Tukeyho. Pro přehlednost a jednodušší biologickou interpretaci byly vypočtené odhady převedeny s inverzní funkce zpět do původní škály, a to včetně hranic 95 % intervalů spolehlivosti. Při statistickém zpracování dat z biochemického vyšetření byla použita hladina významnosti $\alpha = 0,05$ a $\alpha^1 = 0,01$.

5. Výsledky

Ad cíl 1: Průběh a úspěšnost operací

Průměrná prevalence LDS činila ve sledovaném chovu 3 - 4 % ročně. Jednalo se o dojnice na 1. – 6. laktaci (graf 1). Většina případů byla zjištěna od 2 do 51 dnů po porodu, pouze 9 případů se vyskytlo později (136. – 345. den). Celkem bylo zdokumentováno 227 případů dislokace slezu u 218 dojnic. V 9 případech se jednalo o recidivu onemocnění – ani v jednom případě nešlo o stejnou laktaci. V 51 případech bylo použito laparotomické řešení, laparoskopicky bylo ošetřeno 176 případů LDS. Všechny recidivy byly zaznamenány po předchozím laparoskopickém ošetření.

Graf 1. Výskyt LDS v závislosti na pořadí laktace pacientů



Tabulka 1A vyjadřuje úspěšnost léčby u všech dojnic postižených LDS. Vyplývá z ní, že z celkového počtu 227 ošetřených dojnic 8,37 % dojnic nepřežilo 30 dní od operace, 20,70 % dojnic přežilo déle než 30 dní po operaci, ale nedokončilo normovanou laktaci, 25,55 % dojnic dokončilo normovanou laktaci, ale nevstoupilo do další laktace a 45,37 % dojnic dokončilo normovanou laktaci a vstoupilo do následující laktace. Na první laktaci bylo operováno 94 krav, poté se počet se vzrůstajícím pořadím laktace snižoval a na 6. laktaci dosahoval počet 5 krav. Tabulka také zobrazuje, jaká byla pravděpodobnost vyřazení během dané laktace, která se mezi jednotlivými laktacemi značně lišila. Od 21,28% pravděpodobnosti na první laktaci až po pravděpodobnost 80,00 % na šesté laktaci. V tabulce je vyjádřena také pravděpodobnost nepostoupení do další laktace, která se pohybovala od 43,62 % na první laktaci až po 100 % na 6. laktaci.

Tabulka 1A: Úspěšnost léčby dojnic postižených LDS

laktace	celkem	skupina				P _{op1}	P _{op2}
		I	II	III	IV		
1.	94	10	10	21	53	21,28 %	43,62 %
2.	50	1	13	14	22	28,00 %	56,00 %
3.	49	6	13	11	19	38,78 %	61,25 %
4.	20	0	5	10	5	25,00 %	75,00 %
5.	9	2	2	1	4	44,44 %	55,55 %
6.	5	0	4	1	0	80,00 %	100 %
Celkem	227	19	47	58	103		

P_{op1} Pravděpodobnost vyřazení během dané normované laktace, (I+II)/případů celkem

P_{op2} Pravděpodobnost, že zvíře, které zahájí danou normovanou laktaci, nepostoupí do další, (I+II+III)/případů celkem

Skupina I - dojnice nepřežila, nebo byla vyřazena 30 dní od operace

Skupina III - dojnice dokončila normovanou laktaci, ale nevstoupila do další laktace

Skupina II - dojnice přežila 30 dní od operace, ale nedokončila 305denní normovanou laktaci

Skupina IV - dojnice dokončila normovanou laktaci a vstoupila do další laktace

Tabulka 1B vyjadřuje úspěšnost léčby u dojníc postižených LDS operovaných laparotomickou metodou omentopexe zprava (tzv. Dirksenova metoda). Vyplývá z ní, že z celkového počtu 51 ks ošetřených dojníc 13,73 % dojníc nepřežilo 30 dní od operace, 15,69 % dojníc přežilo déle než 30 dní po operaci, ale nedokončilo normovanou laktaci, 19,61 % dojníc dokončilo normovanou laktaci, ale nevstoupilo do další laktace a 50,98 % dojníc dokončilo normovanou laktaci a vstoupilo do následující laktace. Na první laktaci bylo operováno 18 krav, poté se počet se vzrůstajícím pořadím laktace snižoval a na 5. laktaci dosahoval počet 2 krav. Tabulka také zobrazuje, jaká byla pravděpodobnost vyřazení během dané laktace, která se mezi jednotlivými laktacemi značně lišila. Od 27,78% pravděpodobnosti na první laktaci až po 50% pravděpodobnost na páté laktaci. V tabulce je vyjádřena také pravděpodobnost nepostoupení do další laktace, která se pohybovala od 38,89 % na první laktaci až po 50 % na 5. laktaci.

Tabulka 1B: Úspěšnost léčby dojníc postižených LDS laparotomickou metodou

laktace	celkem	skupina				P _{LT1}	P _{LT2}
		I	II	III	IV		
1.	18	4	1	2	11	27,78 %	38,89 %
2.	12	0	4	3	5	33,33 %	58,33 %
3.	13	3	0	4	6	23,08 %	53,85 %
4.	6	0	2	1	3	33,33 %	50,00 %
5.	2	0	1	0	1	50,00 %	50,00 %
6.	0	0	0	0	0	NaN	NaN
celkem	51	7	8	10	26		

P_{LT1} pravděpodobnost vyřazení během dané normované laktace, (I+II)/případů celkem

P_{LT2} pravděpodobnost, že zvíře, které zahájí danou normovanou laktaci nepostoupí do další, (I+II+III)/případů celkem

Skupina I - dojnice nepřežila, nebo byla vyřazena 30 dní od operace

Skupina III - dojnice dokončila normovanou laktaci, ale nevstoupila do další laktace

Skupina II - dojnice přežila 30 dní od operace, ale nedokončila 305denní normovanou laktaci

Skupina IV - dojnice dokončila normovanou laktaci a vstoupila do další laktace

Tabulka 1C vyjadřuje úspěšnost léčby u dojnic postižených LDS operovaných laparoskopickou metodou ventrální laparoskopické abomasopexe (tzv. Janowitzova metoda). Vyplývá z ní, že z celkového počtu 176 ks ošetřených dojnic 6,82 % dojnic nepřežilo 30 dní od operace, 22,67 % dojnic přežilo déle než 30 dní po operaci, ale nedokončilo normovanou laktaci, 21,14 % dojnic dokončilo normovanou laktaci, ale nevstoupilo do další laktace a 44,77 % dojnic dokončilo normovanou laktaci a vstoupilo do následující laktace. Na první laktaci bylo operováno 76 krav, poté se počet se vzrůstajícím pořadím laktace snižoval a na šesté laktaci dosahoval počet 5 krav. Tabulka také zobrazuje, jaká byla pravděpodobnost vyřazení během dané laktace, která se mezi jednotlivými laktacemi značně lišila. Od 19,74% pravděpodobnosti na první laktaci až po 80% pravděpodobnost na šesté laktaci. V tabulce je vyjádřena také pravděpodobnost nepostoupení do další laktace, která se pohybovala od 44,74 % na první laktaci až po 100 % na šesté laktaci.

Tabulka 1C: Úspěšnost léčby dojnic postižených LDS laparoskopickou metodou

laktace	celkem	skupina				PLS ₁	PLS ₂
		I	II	III	IV		
1.	76	6	9	19	42	19,74 %	44,74 %
2.	38	1	9	11	17	26,32 %	55,26 %
3.	36	3	13	7	13	44,44 %	63,89 %
4.	14	0	3	9	2	21,43 %	85,71 %
5.	7	2	1	1	3	42,86 %	57,14 %
6.	5	0	4	1	0	80,00 %	100 %
celkem	176	12	39	48	77		

PLS₁ Pravděpodobnost vyřazení během dané normované laktace, (I+II)/případů celkem

PLS₂ Pravděpodobnost že zvíře, které zahájí danou normovanou laktaci a nepostoupí do další (I+II+III)/případů celkem

Skupina I - dojnice nepřežila, nebo byla vyřazena 30 dní od operace

Skupina III - dojnice dokončila normovanou laktaci, ale nevstoupila do další laktace

Skupina II - dojnice přežila 30 dní od operace, ale nedokončila 305denní normovanou laktaci

Skupina IV - dojnice dokončila normovanou laktaci a vstoupila do další laktace

Tabulka 1D vyjadřuje míru vyřazování a přežívání zvířat v rámci celého chovu, kde se provádělo sledování. V této tabulce jsou zaznamenány všechny laktace ve stádě za sledované období mimo operovaných zvířat, tj. celkový počet zahájených laktací, počet ukončených laktací a počet neukončených laktací, a to dle pořadí laktace. Celkem byla získána data ze 7051 laktací. Tabulka také zobrazuje, jaká byla pravděpodobnost vyřazení během dané laktace, která se mezi jednotlivými laktacemi značně lišila. Od 9,50% pravděpodobnosti na první laktaci až po 20,83% pravděpodobnost na šesté laktaci. V tabulce je vyjádřena také pravděpodobnost nepostoupení do další laktace, která se pohybovala od 24,79 % na první laktaci až po 63,69 % na šesté laktaci.

Tabulka 1D: míra přežívání a vyřazování zvířat v rámci celého chovu

laktace	skupina					P _{st1}	P _{st2}
	celkem	A+B	C	D			
1.	2767	263	423	2081		9,50 %	24,79 %
2.	2081	236	659	1186		11,34 %	43,01 %
3.	1186	164	442	580		13,83 %	51,10 %
4.	580	95	216	269		16,38 %	53,62 %
5.	269	44	118	107		16,36 %	60,22 %
6.+	168	35	72	61		20,83 %	63,69 %
celkem	7051	837	1930	4284			

P_{st1} pravděpodobnost vyřazení během dané normované laktace, (A+B)/ zahájené laktace

P_{st2} pravděpodobnost, že zvíře, které zahájí danou normovanou laktaci, nepostoupí do další, (A+B+C)/ zahájené laktace

Skupina A - dojnice uhynula, nebo byla vyřazena 30 dní od otelení

Skupina C - dojnice dokončila normovanou laktaci, ale nevstoupila do další laktace

Skupina B - dojnice přežila 30 dní od otelení, ale nedokončila 305denní normovanou laktaci

Skupina D - dojnice dokončila normovanou laktaci a vstoupila do další laktace

Statistické hodnocení výše uvedených dat spočívalo v porovnání zvířat na jednotlivých laktacích zařazených do tabulek 1A vs. 1B vs. 1C. Celkově, ani v rámci jednotlivých laktací nebyl zaznamenán signifikantní vliv zvolené operační metody (laparoskopie vs. laparotomie) na přežití krav po operaci (sk. I), na to zda laktaci krávy nedokončily (sk. II), dokončily, ale nevstoupily do další (sk. III) a také na to, zda vstoupily do další laktace ($p > 0,05$). Pravděpodobnost vyřazení krav během dané laktace ani pravděpodobnost, že zahájí laktaci a nepostoupí do další, nebyla celkově, ani v rámci jednotlivých laktací ovlivněna zvolenou operační metodou ($p > 0,05$). Vyřazování operovaných zvířat na všech jednotlivých laktacích bylo ovšem signifikantně pravděpodobnější ($p < 0,05$) oproti situaci dojníc na srovnatelné laktaci v rámci celého stáda. Dále byl osud dojnice analyzován pouze ve smyslu sloučení skupin I+II+III proti IV (dojnice, které nepostoupily z dané laktace vůči znovu oteleným). Typ operace neměl vliv na šanci dalšího otelení zvířete ($p > 0,05$).

Tabulka 1E zobrazuje použití antibiotik v rámci operací LDS. Jsou zde popsána antibiotika podávaná veterinárním lékařem po operaci LDS jednotlivými metodami. Antibiotika byla použita v obvyklých dávkách dle velikosti zvířete po dobu 5 dní po operaci. Z tabulky vyplývá, že antibiotická léčba byla nasazena u všech tj. 51 laparotomicky operovaných dojníc. U laparoskopicky operovaných dojníc byla nasazena u 100 (56,9 %) ze 176 operovaných dojníc. Jako antibiotikum první volby byl použit prokain benzylpenicilin. U dojníc s onemocněním končetin (nekrobacilóza) bylo použito na základě mikrobiologického vyšetření a stanovení antibiogramu antibiotikum s indikačním omezením (ceftiofur). Dojnicím, kterým byla perioperačně diagnostikována peritonitida byl nasazen enrofloxacin. Cefalosporin 4. generace cefquinor byl použit jako antibiotikum druhé volby a nasazen pouze u případů, kdy dojnice byly febrilní po operaci, přestože jim byl podáván prokain benzylpenicilin.

Tabulka 1E: použití antibiotik při operacích

antibiotikum	LT	LS
prokain benzylpenicilin	28	81
ceftiofur	12	9
cefquinor	7	4
enrofloxacin	4	6
bez ATB	0	76
celkem počet ošetření	51	176

Ad cíl 2: Produkční, reprodukční ukazatele a interkurentní onemocnění

Tabulka 2A zobrazuje užitkovost (kg mléka) operovaných dojnic oběma metodami a celého stáda na šesti sledovaných laktacích. Do sledování byly z operovaných zvířat zařazeny skupiny III a IV, ve kterých měly krávy pro dané období sledování dokončenou laktaci. V tabulce 2A jsou také zaznamenány průměrné nádoje u ostatních dojnic ve stádě, které byly ve stejné laktaci jako dojnice operované. Z výsledků je patrné, že nádoj se mezi operovanými krávami a stádem lišil pouze na 3. a 4. laktaci, přičemž neoperovaná zvířata nadojila signifikantně větší množství mléka ($p < 0,05$).

Tabulka 2A: mléčná užitkovost operovaných zvířat vs. celého stáda

operace v laktaci	nádoj v laktaci n, n-1, n+1(kg)											
	n-1 (sk. III+ IV)				n (sk. III + IV)				n+1(sk.IV)			
	operované		stádo		operované		stádo		operované		stádo	
	průměr	SE	průměr	SE	průměr	SE	průměr	SE	průměr	SE	průměr	SE
1.	NaN	NaN	NaN	NaN	9551	1461	9969	2380	9713	2070	10094	1732
2.	10002	1595	10190	1423	9629	1553	10119	1789	11283	1806	11825	1612
3.	10372	1527	10396	1515	10592 ^a	1564	11808 ^b	2064	10611	2108	11770	2357
4.	11300	1481	11823	1582	10139 ^a	2381	11918 ^b	2601	11808	1419	11426	3551
5.	12652	1803	12294	1293	12581	2952	12170	2605	11308	1710	11905	1732
6.	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	11266	3971	NaN	NaN	NaN	NaN

^{a, b}hodnoty v řádku označené různými indexy se liší na hladině významnosti $p <$

0,05

skupina III - dokončila normovanou laktace, nevstoupila do další

skupina IV – dokončila normovanou laktaci a znovu se otelila

n laktace, ve které proběhla operace

n-1 laktace předcházející

n+1 laktace následná, NaN nereprezentativní hodnota

Tabulka 2B zobrazuje mléčnou užitkovost (kg mléka) laparoskopicky (LS) a laparotomicky (LT) operovaných zvířat za normovanou laktaci. Do sledování byla z operovaných zvířat zařazena pouze zvířata ze skupin III a IV, ve kterých měly krávy pro dané období sledování dokončenou laktaci. V tomto případě byl zjištěn statisticky významný rozdíl v nadojených kg mléka na 2. laktaci, která předcházela laktaci, na které byly krávy operovány, kdy skupina LS nadojila více než LT ($p < 0,05$). Dále na 3. laktaci, ve které proběhla operace, nadojily více kg mléka laparotomicky operované dojnice ($p < 0,05$).

Tabulka 2B: mléčná užitkovost laparoskopicky (LS) vs. laparotomicky (LT) operovaných krav

operace v laktaci	sk. III+ IV: nádoj v laktaci n, n-1, n+1 (kg)											
	n-1				n				n+1			
	LS		LT		LS		LT		LS		LT	
	průměr	SE	průměr	SE	průměr	SE	průměr	SE	průměr	SE	průměr	SE
1.	NaN	NaN	NaN	NaN	9471	1427	9933	1582	9757	1952	9552	2274
2.	10287 ^a	1738	9123 ^b	1525	9545	1501	9872	1680	11164	1988	11732	1740
3.	10339	1484	10464	1620	10289 ^a	1610	11391 ^b	1490	10654	1972	10516	2214
4.	11470	1612	10825	1382	10352	2256	9545	2472	12159	1315	12811	1496
5.	13882	1721	14349	1989	12167	3080	13023	2840	12360	1978	NaN	NaN
6.	NaN	NaN	NaN	NaN	9710	3920	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

^{a, b}hodnoty v řádku označené různými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,05$

skupina III - dokončila normovanou laktace, nevstoupila do další skupiny IV – dokončila normovanou laktaci a znovu se otelila

n laktace, ve které proběhla operace

n-1 laktace předcházející

n+1 laktace následná, NaN nereprezentativní hodnota

Zabřezávání krav na laktacích předcházejících operaci, na laktacích kdy proběhla operace i na laktacích následujících dosahovalo uspokojivé úrovně (rozsah 50 - 100 %) (tabulka 2C). Na hodnocených laktacích nebyl prokázán statisticky průkazný rozdíl v procentu zabřezlých krav mezi celým stádem a operovanými krávami, ani mezi krávami operovanými laparoskopicky a laparotomicky ($p > 0,05$).

Tabulka 2C: procento březích krav na jednotlivých laktacích u krav ve stádě za dobu 2006-201

operace v laktaci (n)	procento březích krav v laktaci											
	n-1				n				n+1			
	stádo	operované	LS	LT	stádo	operované	LS	LT	stádo	operované	LS	LT
1.	86,0	100	100	100	83,9	76,1	74,1	84,6	74,7	66,7	63,9	77,8
2.	83,9	100	100	100	74,7	61,8	60,0	66,7	73,5	88,2	84,6	100
3.	74,7	100	100	100	73,5	76,7	76,2	77,8	74,0	92,3	100	83,3
4.	73,5	100	100	100	74,0	80	75,0	100	67,4	66,7	100	0,0
5.	74,0	100	100	NaN	67,4	50	50	NaN	59,1	NaN	NaN	NaN
6.	67,4	100	100	NaN	59,1	50	50	NaN	50,0	100	100	NaN

n laktace, ve které proběhla operace

n-1 laktace, předcházející

n+1 laktace, následná

NaN nereprezentativní hodnota

Hodnoty hrubého inseminačního indexu operovaných krav nebyly v porovnání s hodnotami celého stáda na laktaci předcházející operaci, na laktaci, ve které se operace uskutečnila ani na laktaci následující, statisticky rozdílná ($p > 0,05$) (tabulka 2D). Stejně tak nebyl na výše uvedených laktacích zaznamenán statisticky průkazný rozdíl v hodnotách hrubého inseminačního indexu mezi krávy operovanými laparoskopicky a laparotomicky ($p > 0,05$).

Tabulka 2D: hodnoty hrubého inseminačního indexu na jednotlivých laktacích u krav ve stádě za dobu 2006 - 2015

laktace (n)	hrubý inseminační index za laktaci											
	n-1				n				n+1			
	stádo	operované	LS	LT	stádo	operované	LS	LT	stádo	operované	LS	LT
1.	2,23	2,03	2,03	2,06	3,12	3,78	3,74	3,91	3,41	4,47	4,65	3,86
2.	3,12	2,96	3,15	2,42	3,41	4,00	4,07	3,83	3,35	2,73	3,18	1,50
3.	3,41	2,58	2,34	3,23	3,35	2,96	2,94	3,00	3,21	1,92	2,00	1,80
4.	3,35	2,33	2,29	2,50	3,21	2,50	2,67	2,00	3,60	3,5	2,00	3,25
5.	3,21	3,00	3,00	NaN	3,60	3,00	2,82	3,00	4,08	NaN	NaN	NaN
6.	3,6	2,00	2,00	NaN	4,08	2,00	2,00	NaN	4,88	2,00	2,00	NaN

n laktace, ve které proběhla operace

n-1 laktace, předcházející

n+1 laktace, následná

NaN nereprezentativní hodnota

Tabulka 2E popisuje přítomnost interkurentních onemocnění v době operace LDS. Jedná se o onemocnění, kterým dojnice trpěla dle zdravotních záznamů v den operace. U každého zvířete bylo vždy popsáno jedno onemocnění mající největší vliv na průběh rekonvalescence. Z celkového počtu 51 laparotomickou metodou operovaných krav netrpělo 50,9 % žádným interkurentním onemocněním. Nejčastějším onemocněním v této skupině byla endometritida (23,5 %). Obdobná situace byla popsána i u krav operovaných laparoskopickou metodou, kdy 48,9 % dojnic nemělo žádné interkurentní onemocnění a 31,8 % dojnic z této skupiny bylo postiženo endometritidou.

Tabulka 2E: interkurentní onemocnění dojnic postižených LDS

interkurentní onemocnění	LT	LS
endometritis	12	56
zadržené lůžko	5	15
mastitis	2	4
nekrobacilóza	2	9
peritonitis	4	6
bez interkurentního onem.	26	86
celkem	51 ks	176 ks

Ad cíl 3: Ekonomická analýza

Vyhodnocení konkrétní finanční ztráty chovu je úkol, jehož výsledek je ovlivněn zvolenou metodikou. V této práci byly provedeny dva výpočty, kdy v prvním byly ztráty vyčísleny rozvahou, a v druhém výpočtu byl použit simulační software ARENA.

Ztráty u dojnic postižených dislokací slezu bez ohledu na operační metodu byly popsány jako finanční rozdíl vyprodukovaného mléka na průměrné laktaci u všech neoperovaných a u všech krav operovaných bez ohledu na metodu, kdy tento rozdíl činil 543 litrů za laktaci ($p > 0,05$), kdy proběhla operace. Ve výpočtu byla kalkulována průměrná cena za mléko (8 CZK) mezi roky 1996 - 2015, která byla získána z účetnictví chovatele.

Největší ztrátu však chovateli přinesl fakt, že průměrná dojnice ve stádě, která neonemocněla LDS se dožívá 2,43 laktace a průměrná dojnice, která byla řešena na LDS se dožívá 1,93 laktace ($p > 0,05$). Tento rozdíl byl vztažen k odpisové hodnotě jednotlivého kusu tj. 30000 CZK. Tato konkrétní hodnota byla získána z firemního účetnictví chovatele.

Kratší doba života dojnice ve stádě sebou přinesla i nižší počet porozených telat. Zde byla hodnota telete stanovena na 3325 CZK, tato cena získaná opět z firemního účetnictví může být pro vyčíslení ztrát diskutabilní, protože rozdíl mezi tržní hodnotou třítýdenního holštýnského býčka a jalovice získané pomocí embryotransferu s kvalitním otcem je velmi propastný. Nezanedbatelný pro vyčíslení ztrát byl i fakt vyšší úmrtnosti operovaných zvířat (+7 %) oproti zbytku stáda, kde chovatel přišel jednak o tržbu z jatečného zpracování těla a navíc musel nechat kadaver zlikvidovat v asanačním zařízení.

Tabulka 3A: vyčíslení jednotlivých ztrátových položek (zdroj firemní účetnictví)

	mléko	maso	zařazená prvotelka	operace	tele	kafilerie
cena (CZK)	8,-/l	25000,-/ks	30000,-/ks	4500,-/ks	3325,-/ks	5000,-/ks

Do výpočtu ztrát rozvahou byly zahrnuty informace z tabulky 3A, samotný výpočet byl proveden konkrétně takto:

$$Z1=(305\text{denní náj} \text{ stádo}-305\text{denní náj} \text{ operované}) * 8=(11061-10518) * 8=4344 \text{ CZK}$$

$$Z2=(\text{délka život stádo}-\text{délka života operované}) * 30000=2,43 - 1,93 * 30000=15000 \text{ CZK}$$

$$Z3=(\text{počet telat stádo}-\text{počet telat operované}) * 3325=2,43 - 1,93 * 3325= 1662,5 \text{ CZK}$$

$$Z4 = 4500 \text{ CZK}$$

$$Z5 = (\text{počet úhynů stádo}-\text{počet úhynů operované}) * (25000+5000)=0,07*30000=2100 \text{ CZK}$$

$$Z = Z1 + Z2+ Z3+ Z4+ Z5 = 23106,5 \text{ CZK}$$

Průměrná ztráta u dojnice postižené LDS byla vypočtena na 23106,5 CZK.

V druhém paralelním výpočtu byla finanční situace modelována pomocí softwaru ARENA (Kelton et al. 2015). Do softwaru byly importovány informace o nemocných dojnících a stádu z tabulek I, II, III a IV.

Tabulka I: 305denní standardizované nádoje

Do tabulky jsou vloženy nádoje dojníc korigované Woodovou funkcí (viz. tabulka 2A)

skupina	laktace	průměr [kg]	SE
1	1	9969	2380
1	2	10119	1789
1	3	11808	2064
1	4	11918	2601
1	> 4	12170	2612
2	1	9551	1461
2	2	9629	1553
2	3	10592	1564
2	4	10139	2381
2	> 4	12581	2510

1 - zdravé stádo

2 - dojnice s LDS

SE - směrodatná odchylka

Tabulka II: reprodukční charakteristika stáda

Do tabulky jsou vloženy reprodukční ukazatele stáda viz. tabulky 2C a 2D

skupina	laktace	procento březích	inseminační index
1	1	83,9	3,1
1	2	74,7	3,4
1	3	73,5	3,4
1	4	74,0	3,2
1	> 4	63,3	3,8
2	1	76,1	3,8
2	2	61,8	4,0
2	3	76,7	3,0
2	4	80,0	2,5
2	> 4	50,0	2,5

1 - zdravé stádo

2 - dojnice s LDS

Tabulka III: Pravděpodobnost přežití

Do tabulky jsou vloženy pravděpodobnosti přežití stáda a operovaných zvířat viz. tabulka 1A a 1D

skupina	laktace	nedokončení laktace %	nepostoupení do další laktace %
1	1	9,5	24,8
1	2	11,3	43,0
1	3	13,8	51,1
1	4	16,4	53,6
1	> 4	18,6	62,0
2	1	21,3	43,6
2	2	28,0	56,0
2	3	38,8	61,3
2	4	25,0	75,0
2	> 4	62,2	77,8

1 - zdravé stádo

2 - dojnice s LDS

Tabulka IV: cenová charakteristika (zdroj firemní účetnictví)

mléko[l]	maso[kg]	tele	denní krmná dávka
8,- CZK	30,74,- CZK	3325,- CZK	155,- CZK

Každá kráva z 1000 hlavého stáda je následně simulována v softwaru Arena (podrobněji příloha 2).

Incidence LDS je nastavena s pravděpodobností 3,5 %. Kráva je následně s touto pravděpodobností zařazena mezi zdravé a nemocné dojnice. Dále je provedena simulace laktace a přežití. Do tohoto kroku je zakalkulována tabulka I a tabulka III. Na základě měsíčních nádojů od 60. dne laktace se vyřadí krávy s nádojem pod 20 litrů. Dále se nasimuluje výskyt LDS v populaci a nasimuluje se výsledek operace. Stanoví se datum první inseminace 58. den od porodu a přiřadí se reprodukční charakteristiky, nasimuluje se stav

zabřezla - nezabřezla, zde je provázána tabulka II. Program kalkuluje ceny uvedené v tabulce IV. Touto metodou byl stanoven rozdíl mezi ziskovostí krávy nemocné LDS a krávy, která LDS neonemocněla na 21585 Kč. Je nutné poznamenat, že výsledky simulace se mohou lišit v závislosti na zvolených vstupních charakteristikách. Z tohoto důvodu je navrhování strategie simulace nutno považovat za nejdůležitější část celého procesu.

Ad cíl 4: Rekonvalescence operovaných dojnic

Při hodnocení biochemických změn byly v tabulkách užity referenční rozmezí udávané kolektivem Pechová et al. (2009). Výsledky biochemické analýzy krevního séra dojnic operovaných metodou laparoskopické abomasopexie a odpovídajících kontrolních dojnic uvádí tabulky 4A a 4B.

Hodnoty TP, ALBU, K, Cl, Mg, UREA, GMT, ALP a P nevykazovaly na začátku sledování (D1) v rámci operované a kontrolní skupiny statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$). V tento den vykazovala operovaná zvířata signifikantně nižší hodnoty Ca ($p < 0,05$) a CHOL ($p < 0,01$), naopak hodnoty NEMK, BHB, TAG, AST a HAPT byly signifikantně vyšší ($p < 0,01$) v porovnání s kontrolní skupinou.

Třicátý den (D30) pokusu byl zjištěn ve skupině LS významný pokles koncentrace Na v porovnání s prvním odběrem (D1) ($p < 0,05$). Současně došlo k signifikantnímu posunu oproti D1 i ve skupině K - snížení koncentrace NEMK ($p < 0,01$), zvýšení koncentrace CHOL ($p < 0,01$) a snížení aktivity AST ($p < 0,05$). V D30 nebyl zjištěn mezi operovanou a kontrolní skupinou žádný signifikantní rozdíl. Změna hodnoty všech parametrů skupiny LS odlišných v D1 od skupiny K byla signifikantní ($p < 0,01$) s výjimkou Ca ($p = 0,12$).

Výsledky biochemické analýzy krevního séra dojnic operovaných metodou laparotomické omentopexie a jim odpovídajících kontrolních dojnic uvádí tabulky 4C a 4D. Hodnoty GLU, ALBU, Na, Cl, Ca, Mg, TAG, AST, ALP a P nevykazovaly na počátku sledování (D1) v rámci operované a kontrolní skupiny statisticky významné rozdíly. V den operace (D1) vykazovala operovaná zvířata v porovnání s K skupinou signifikantně nižší koncentraci K ($p < 0,05$), vyšší hodnoty NEMK ($p < 0,05$), sníženou koncentraci CHOL ($p < 0,01$) a vyšší hodnoty HAPT ($p < 0,01$).

Třicátý den pokusu (D30) nebyl zjištěn mezi operovanou a kontrolní skupinou žádný signifikantní rozdíl, vyjma koncentrace UREA ($p < 0,05$), kde došlo k nárůstu hladiny v K skupině ($p < 0,01$). V D30 bylo v LT skupině popsáno v porovnání s D1 signifikantní zvýšení K ($p < 0,05$), snížení BHB ($p < 0,01$), zvýšení CHOL ($p < 0,01$) a snížení HAPT ($p <$

0,01). V kontrolní skupině bylo v D30 nalezeno v porovnání s D1 signifikantní zvýšení TP ($p < 0,05$), CHOL ($p < 0,01$) a UREA ($p < 0,01$).

Výsledky biochemické analýzy krevního séra dojnic operovaných metodou laparoskopické abomasopexe a laparotomické omentopexe uvádí tabulka 4E a 4F. Hodnoty GLU, Na, K, Cl, TAG a P nevykazovaly v rámci obou skupin na začátku sledování (D1) statisticky významné rozdíly. Vyjma vyšší aktivity GMT v LS skupině v D1 ($p < 0,05$) se biochemický profil zvířat mezi skupinami nelišil ani v D1, ani v D30. V D10 bylo naproti tomu v LS zjištěno signifikantní zvýšení CHOL ($p < 0,01$), Ca ($p < 0,05$) a snížení HAPT ($p < 0,01$). Mezi prvním (D1) a desátým dnem (D10) docházelo v obou skupinách k signifikantním posunům hodnot také u dalších parametrů – TP, Mg, NEMK, BHB a AST. Přičemž častěji byla změna průkazná již v D10 u skupiny LS (TP, Mg, NEMK, CHOL, HAPT). Naopak pouze ve skupině LT se projevilo snížení koncentrace ALB mezi D1 a D10 a zvýšení aktivity ALP mezi D1 a D30 ($p < 0,05$). V obou skupinách se pak v D10 přechodně, ale signifikantně snížila koncentrace UREA ($p < 0,05$).

Tabulka 4A: Biochemický profil laparoskopicky operovaných krav (LS) vs. kontrolní skupina (K) (průměr a SE)

parametr	den	laparoskopie		kontrola	
		průměr	SE	průměr	SE
GLU (mmol/l)	1	3,01	0,33	2,38	0,25
	30	2,56	0,35	2,24	0,26
TP (g/l)	1	65,89	2,74	67,85	1,90
	30	73,62	2,75	68,97	2,08
ALBU (g/l)	1	29,13	1,14	29,81	0,82
	30	27,99	1,18	30,08	0,89
Na (mmol/l)	1	127,53 ¹	1,85	125,02	1,37
	30	119,82 ²	2,95	121,18	2,19
K (mmol/l)	1	4,61	0,23	4,89	0,17
	30	4,85	0,68	5,10	0,50
Cl (mmol/l)	1	92,13	1,98	94,10	1,43
	30	90,41	2,06	90,23	1,57
Ca (mmol/l)	1	2,05 ^a	0,07	2,25 ^b	0,05
	30	2,20	0,08	2,39	0,06
Mg (mmol/l)	1	0,85	0,05	0,95	0,04
	30	0,86	0,09	0,86	0,07

^{a,b}hodnoty v řádku označené rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,05$

^{A,B}hodnoty v řádku označené rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,01$

^{1,2}hodnoty pro danou proměnnou označené ve sloupci rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,05$

^{I,II}hodnoty pro danou proměnnou označené ve sloupci rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,01$

SE – směrodatná odchylka

Tabulka 4B: Biochemický profil laparoskopicky operovaných krav (LS) vs. kontrolní skupina (K) (průměr a horní a dolní mez intervalu se spolehlivostí 95 %)

parametr	den	laparoskopie			kontrola		
		průměr	dolní 95	horní 95	průměr	dolní 95	horní 95
NEMK (mmol/l)	1	1,15 ^{A,I}	0,74	1,77	0,36 ^{B,I}	0,26	0,49
	30	0,12 ^{II}	0,07	0,18	0,10 ^{II}	0,07	0,15
BHB (mmol/l)	1	2,14 ^{A,I}	1,39	3,28	0,62 ^B	0,46	0,84
	30	0,63 ^{II}	0,47	0,84	0,69	0,55	0,87
TAG (mmol/l)	1	0,17 ^{A,I}	0,15	0,18	0,12 ^B	0,11	0,13
	30	0,11 ^{II}	0,10	0,13	0,13	0,12	0,14
CHOL (mmol/l)	1	1,63 ^{A,I}	1,26	2,10	2,50 ^{B,I}	2,07	3,01
	30	3,55 ^{II}	2,73	4,62	4,14 ^{II}	3,39	5,06
UREA (mmol/l)	1	4,50	3,66	5,53	3,68	3,17	4,27
	30	3,64	2,94	4,52	3,81	3,24	4,48
GMT (μkat/l)	1	0,31	0,23	0,41	0,31	0,25	0,39
	30	0,37	0,27	0,50	0,33	0,26	0,41
AST (μkat/l)	1	2,72 ^{A,I}	2,13	3,46	1,45 ^{B,I}	1,22	1,73
	30	1,05 ^{II}	0,87	1,26	1,15 ²	0,99	1,33
ALP (μkat/l)	1	0,68	0,57	0,83	0,75	0,65	0,86
	30	0,73	0,54	1,00	0,85	0,68	1,07
P (mmol/l)	1	1,57	1,38	1,79	1,70	1,55	1,88
	30	1,66	1,44	1,90	1,80	1,62	2,01
HAPT (g/l)	1	1,20 ^{A,I}	0,88	1,62	0,55 ^B	0,44	0,68
	30	0,49 ^{II}	0,29	0,81	0,57	0,39	0,83

^{a,b}hodnoty v řádku označené rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,05$

^{A,B}hodnoty v řádku označené rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,01$

^{1,2}hodnoty pro danou proměnnou označené ve sloupci rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,05$

^{I,II}hodnoty pro danou proměnnou označené ve sloupci rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,01$

dolní 95 - dolní mez intervalu se spolehlivostí 95 %

horní 95 - horní mez intervalu se spolehlivostí 95 %

Tabulka 4C: Biochemický profil laparotomicky operovaných krav (LT) vs. kontrolní skupina (K) (průměr a SE)

parametr	den	laparotomie		kontrola	
		průměr	SE	průměr	SE
GLU (mmol/l)	1	1,89	0,45	1,99	0,32
	30	2,25	0,45	2,50	0,32
TP (g/l)	1	64,15 ¹	5,11	61,46 ¹	3,61
	30	79,40 ²	5,11	70,45 ²	3,61
ALBU (g/l)	1	24,43	1,97	27,30	1,39
	30	28,13	1,97	31,95	1,39
Na (mmol/l)	1	132,27	1,78	131,53	1,06
	30	130,44	2,61	127,23	1,85
K (mmol/l)	1	3,79 ^{A, 1}	0,27	4,95 ^B	0,16
	30	5,50 ²	0,72	5,59	0,51
Cl(mmol/l)	1	94,40	3,08	99,57	1,84
	30	96,44	2,61	94,66	1,94
Ca (mmol/l)	1	2,07	0,13	2,01	0,09
	30	2,15	0,13	2,18	0,09
Mg (mmol/l)	1	0,62	0,12	0,83	0,08
	30	0,94	0,07	0,94	0,05

^{a,b}hodnoty v řádku označené rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,05$

^{A,B}hodnoty v řádku označené rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,01$

^{1,2} hodnoty pro danou proměnnou označené ve sloupci rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,05$

^{1,II}hodnoty pro danou proměnnou označené ve sloupci rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,01$

SE – směrodatná odchylka

Tabulka 4D: Biochemický profil laparotomicky operovaných krav (LT) vs. kontrolní skupina (K) (průměr a horní a dolní mez intervalu se spolehlivostí 95 %)

parametr	den	laparotomie			kontrola		
		průměr	dolní 95	horní 95	průměr	dolní 95	horní 95
NEMK (mmol/l)	1	0,67 ^a	0,28	1,63	0,21 ^b	0,11	0,39
	30	0,22	0,09	0,54	0,31	0,17	0,59
BHB (mmol/l)	1	1,70 ^I	0,69	4,16	0,72	0,38	1,35
	30	0,49 ^{II}	0,23	1,06	0,74	0,43	1,27
TAG (mmol/l)	1	0,15	0,11	0,20	0,12	0,09	0,15
	30	0,12	0,09	0,17	0,15	0,12	0,19
CHOL(mmol/l)	1	1,51 ^{a,I}	1,04	2,21	2,69 ^{b,I}	2,06	3,51
	30	3,98 ^{II}	2,73	5,80	4,65 ^{II}	3,56	6,07
UREA (mmol/l)	1	2,77	2,05	3,76	2,75 ^I	2,22	3,41
	30	3,18 ^a	2,35	4,31	5,02 ^{b,II}	4,05	6,23
GMT (μkat/l)	1	0,27 ¹	0,18	0,40	0,28	0,21	0,37
	30	0,39 ²	0,27	0,58	0,32	0,25	0,43
AST (μkat/l)	1	1,87	1,06	3,30	1,16	0,78	1,73
	30	1,39	1,02	1,90	1,23	0,98	1,54
ALP (μkat/l)	1	0,51	0,38	0,67	0,66	0,54	0,81
	30	0,78	0,59	1,05	0,74	0,60	0,91
P (mmol/l)	1	1,68	1,37	2,06	1,71	1,48	1,98
	30	2,15	1,76	2,64	1,71	1,48	1,97
HAPT (g/l)	1	1,15 ^{A,I}	0,65	2,02	0,32 ^B	0,23	0,45
	30	0,37 ^{II}	0,18	0,75	0,30	0,18	0,50

^{a,b}hodnoty v řádku označené rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,05$

^{A,B}hodnoty v řádku označené rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,01$

^{1,2}hodnoty pro danou proměnnou označené ve sloupci rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,05$

^{I,II}hodnoty pro danou proměnnou označené ve sloupcirozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,01$

dolní 95 - dolní mez intervalu se spolehlivostí 95 %

horní 95 - horní mez intervalu se spolehlivostí 95 %

Tabulka 4E: Biochemický profil laparoskopicky operovaných krav (LS) vs. laparotomicky operovaných krav (LT) (průměr a SE)

parametr	den	laparoskopie		laparotomie	
		průměr	SE	průměr	SE
GLU(mmol/l)	1	2,19	0,60	2,62	0,77
	10	3,08	0,60	2,43	0,77
	30	2,03	0,59	1,82	0,83
TP (g/l)	1	63,80 ^{I,1}	3,61	68,00	4,71
	10	74,84 ²	3,61	67,50	4,71
	30	80,35 ^{II}	3,68	73,88	4,97
ALBU (g/l)	1	27,69	1,33	29,62 ¹	1,73
	10	27,28	1,33	23,92 ²	1,73
	30	28,48	1,35	26,61	1,83
Na (mmol/l)	1	127,26	1,44	129,89	1,70
	10	129,16	2,54	123,90	3,30
	30	124,90	2,50	125,41	3,56
K (mmol/l)	1	4,47	0,21	4,09	0,27
	10	4,25	0,20	3,96	0,26
	30	4,48	0,23	4,36	0,32
Cl (mmol/l)	1	92,54	1,97	96,83	2,57
	10	97,41	1,97	92,98	2,57
	30	92,86	2,01	90,49	2,71
Ca (mmol/l)	1	2,02 ¹	0,07	2,15	0,09
	10	2,21 ²	0,07	2,20	0,09
	30	2,20	0,07	2,24	0,10
Mg (mmol/l)	1	0,67 ^{I,1}	0,08	0,65 ¹	0,09
	10	0,96 ²	0,12	0,83	0,15
	30	1,24 ^{II}	0,15	1,25 ²	0,22

^{a, b, c}hodnoty v řádku označené rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,05$

^{A, B, C}hodnoty v řádku označené rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,01$

^{1,2,3}hodnoty pro danou proměnnou označené ve sloupci rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,05$

^{I, II, III}hodnoty pro danou proměnnou označené ve sloupci rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,01$

SE – směrodatná odchylka

Tabulka 4F: Biochemický profil laparoskopicky operovaných krav (LS) vs. laparotomicky operovaných krav (LT) (průměr a horní a dolní mez intervalu se spolehlivostí 95 %)

parametr	den	laparoskopie			laparotomie		
		průměr	dolní 95	horní 95	průměr	dolní 95	horní 95
NEMK(mmol/l)	1	0,8 ^{I,1}	0,49	1,32	0,66 ¹	0,34	1,25
	10	0,2 ^{II}	0,12	0,33	0,25	0,13	0,48
	30	0,26 ²	0,16	0,42	0,15 ²	0,08	0,31
BHB (mmol/l)	1	1,83 ^{I,1}	0,94	3,54	1,55 ¹	0,64	3,74
	10	0,41 ^{II}	0,25	0,68	0,44 ²	0,23	0,87
	30	0,62 ²	0,39	0,99	0,65	0,35	1,23
TAG (mmol/l)	1	0,14	0,10	0,21	0,17	0,10	0,27
	10	0,11	0,07	0,15	0,11	0,07	0,19
	30	0,14	0,10	0,20	0,09	0,05	0,15
CHOL (mmol/l)	1	1,42 ^I	1,10	1,83	1,38 ^I	0,99	1,93
	10	2,37 ^{a,II}	1,84	3,05	1,44 ^{b,1}	1,03	2,00
	30	3,83 ^{III}	2,95	4,96	3,25 ^{II}	2,30	4,60
UREA (mmol/l)	1	4,31 ^I	3,36	5,53	4,52 ^I	3,27	6,25
	10	2,52 ^{II}	1,96	3,23	2,21 ^{II,1}	1,61	3,07
	30	3,29	2,56	4,23	4,04 ²	2,86	5,70
GMT (μkat/l)	1	0,39 ^a	0,29	0,53	0,24 ^{b,1}	0,16	0,36
	10	0,42	0,31	0,57	0,49 ²	0,33	0,72
	30	0,46	0,33	0,63	0,53 ²	0,35	0,81
AST (μkat/l)	1	3,02 ^I	2,16	4,24	2,07	1,32	3,26
	10	1,38 ^{II}	0,98	1,96	1,74	1,09	2,77
	30	1,17 ^{II}	0,84	1,62	1,54	1,00	2,37
ALP (μkat/l)	1	0,78	0,61	1,00	0,62 ¹	0,46	0,84
	10	0,60	0,46	0,80	0,83	0,59	1,16
	30	0,71	0,47	1,07	1,40 ²	0,77	2,54
P (mmol/l)	1	1,69	1,43	1,99	1,95	1,57	2,41
	10	1,95	1,65	2,30	1,61	1,30	1,99
	30	1,84	1,56	2,17	1,79	1,43	2,25
HAPT (g/l)	1	0,69 ^{I,1}	0,52	0,91	0,62 ¹	0,42	0,89
	10	0,33 ^{a,II}	0,25	0,43	0,50 ^b	0,35	0,70
	30	0,37 ²	0,28	0,48	0,33 ²	0,22	0,47

^{a, b, c}hodnoty v řádku označené rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,05$

^{A, B, C}hodnoty v řádku označené rozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,01$

^{1,2,3}hodnoty pro danou proměnnou označené ve sloupcirozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,05$

^{I, II, III}hodnoty pro danou proměnnou označené ve sloupcirozdílnými indexy se liší na hladině významnosti $p < 0,01$

dolní 95 - dolní mez intervalu se spolehlivostí 95 %

horní 95 - horní mez intervalu se spolehlivostí 95 %

6. Diskuze

Ad cíl 1: Průběh a úspěšnost operací

Dle našich znalostí je prezentovaná studie první, která se zabývá vlivem dvou různých metod operace levostranné dislokace slezu na produkční a reprodukční parametry v dlouhém časovém období a byla provedena v terénních podmínkách jednoho chovu vysokoprodukčního holštýnského skotu. Navíc poskytuje i zhodnocení ekonomického dopadu zvolených operačních technik. Odpadají zde tak vlivy vyhodnocení více farem, více operatérů, různých plemen apod. Hodnocení srovnávacích studií různých metod repozice dislokovaného slezu je z důvodu vlivu řady faktorů považováno za obtížné a za relevantní je jich považováno v literatuře jen velmi málo (Rees et al. 2015).

Samotný průběh operací oběma metodami je hodnocen autorem velmi kladně. Pravostranná laparotomie s omentopexí (tzv. metoda dle Dirksena) je velmi často užívaná metoda k řešení LDS v ČR (Bečvář et al. 2001). Ventrální laparoskopickou abomasopexi (tzv. metodu dle Janowitze) lze označit v ČR jako relativně novou možnost k řešení levostranných dislokací u skotu (Haloun et al. 2008; Haloun et al. 2009).

Ventrální laparoskopická abomasopexie (metoda dle Janowitze) je technicky v podmínkách terénní buiatrické praxe velmi dobře proveditelná. Po několika operacích pod vedením zkušeného chirurga je snadno osvojitelná. Zásadní nevýhodou je ovšem nutnost nákupu sofistikovaného vybavení. Zde lze souhlasit s výrokiem Roy et al. (2008), že náklady se vrátí po provedení cca 100 operací. Nevýhodou je nutnost asistence 2 - 3 osob pro převedení krávy do dorsální polohy nebo pořízení otočného vozíku.

Samotné provedení operací laparoskopickou metodou proběhlo s několika modifikacemi od původního postupu, který publikoval Janowitz (1998). Při fázi operace na stojícím zvířeti je kraniální vstup připravován v posledním mezižeberním prostoru. Jedná se o prevenci poranění potencionálně kaudálně zasahující sleziny, které popisuje Janowitz (1998) a u méně rámcových prvotek k němu dle autora této práce skutečně může dojít. Seeger & Doll (2007) upozorňují i na nebezpečí vytvoření pneumotoraxu. Ke zřízení pneumoperitonea je autorem využíván 10 mm trokar, na rozdíl od Janowitze (1998), který používá Veressovu jehlu a od Seeger & Doll (2007), kteří používají 5 mm trokar, který následně slouží k zavedení uchopovacích kleští. Po zavedení 10 mm trokaru není hlavice odšroubována, ale je pouze otevřen magnetický ventil, kterým dovníř proudí vzduch a vzniká pneumoperitoneum nutné pro pozorování orgánů. Tento postup zkracuje dobu operace. Poranění související

s větším průměrem trokaru nebylo v naší práci pozorováno. Insuflátor vzduchu, který popisuje Janowitz (1998) i Seeger et al. (2006) v této části operace není autorem vůbec používán.

Po zavedení kolíčku do slezu se fixační vlákna nenechávají viset z místa vstupu, ale jsou aktivně vpravena do dutiny břišní. Tato modifikace byla představena již v publikaci Seeger & Doll (2007), kteří upozorňují, že při původním postupu dle Janowitz (1998), který vlákna nechává viset z místa vstupu do dutiny břišní, z kterého jsou při otáčení do hřbetní polohy zatáhnuty do dutiny břišní, dochází k tomu, že vlákna se zaseknou ve stěně, jsou překryta oponou a je velmi obtížné je nalézt.

Autor této práce nepoužívá podobně jako Janowitz (1998) a Roy et al. (2008) při obracení zvířete do dorsální polohy pro provedení druhé části operace otáčecí stůl. Ten je používán na klinických pracovištích (Seeger & Doll 2007), kde zvířata ovšem standardně nesedují (z 1000 pacientů bylo nutno sedovat 22 ks). Autoři upozorňují na negativní vliv xylozinu nebo detomidinu, který je pro sedaci zvířat používán (Janowitz 1998; Roy et al. 2008). V této studii byly pacientkám svázaný přední a zadní nohy a za pomoci 2 – 3 ošetřovatelů byly dojnice převedeny do dorsální polohy. K sedaci bylo použito 40 – 60 mg xylozinu pro toto dle velikosti krávy. I otáčení březích zvířat nebylo v tomto sledování problematické a nedošlo k torzi dělohy nebo přerušení gravidity. Seeger & Doll (2007) doporučují k prevenci těchto příhod aplikaci clenbuterolu (uterorelaxans) a použití otáčecího vozíku. Přestože někteří autoři upozorňují na negativní vliv obracení dojnice do dorsální polohy (Wagner et al. 1990), nebyl v této studii zaznamenán v souvislosti s kardiopulmonální nedostatečností žádný problém. Autorovi této studie je znám mimo prezentované výsledky pouze jeden úhyn bezprostředně při operaci z důvodu kardiopulmonálního selhání. Samotný úhyn při operačním zákroku se v literatuře popisuje velmi zřídka. Seeger & Doll (2007) popsali 3 bezprostřední úhyny z 1000 operací (2 krávy měly před operací nerozpoznanou hypokalcémii a u jedné se rozvinula tromboembolie). Janowitz (1998) popsal úhyn jedné dojnice po operaci na kardiopulmonální selhání. Kromě komplikací plynoucích z výše uvedeného kardiopulmonálního selhání je třeba upozornit na možný výskyt srůstů mezi orgány. Tento stav popisuje Seeger et al. (2006) u dojnice, u které nebylo možno operaci laparoskopicky dokončit. Dojnice byla utracena a byl jí diagnostikován abomasální vřed na ventrální straně stěny slezu, který vedl ke srůstu stěny slezu se stěnou dutiny břišní. Samotné srůsty v dutině břišní popisuje Seeger & Doll (2007) jako nejčastější příčinu nedokončení operace. Z 1000 dojnic operovaných metodou ventrální laparoskopické abomasopexie nebylo možno dokončit operaci u 28 zvířat, u nichž se v 21 případech prokázaly právě adheze slezu

k jiným orgánům dutiny břišní. Ve sledování Roy et al. (2008) byly diagnostikovány adheze u 2 dojnic (2 %) z laparotomicky operované skupiny a u 6 dojnic (3,9 %) laparoskopicky operované skupiny dojnic.

Postup operace „fixace v čase operace nedislokovaného slezu“ byl použit autorem u dvou případů zařazených do studie. Jednalo se o dojnice, kterým byla předchozí den diagnostikována dislokace slezu. Tyto vykazovaly klinické příznaky a v den operace (druhý den, 7:00) nebyl zaznamenán charakteristický pink šelest. Bylo přistoupeno k fixaci nedislokovaného slezu postupem publikovaným Seeger & Doll (2007), kdy bylo na stojícím zvířeti zřízeno pneumoperitoneum a následně bylo zvíře uvedeno do dorsální polohy. Zde bývá vhodné ještě zvýšit tlak vzduchu v dutině břišní pomocí insuflační pumpy. Je doporučeno umístit fixační kolíček do corpus abomasí, protože v případě fixace fundu slezu se místo fixace ocitá pod značným napětím (Seeger & Doll 2007). Obě dojnice se operaci dobře zotavily a postoupily do další laktace.

V rámci našeho sledování bylo popsáno devět recidiv levostranné dislokace slezu. Jednalo se o pacientky pouze z laparoskopické skupiny a jednalo se vždy o recidivu až na následující laktaci. Obecně nejsou recidivy dislokace slezu častou záležitostí. Janowitz (1998) popisuje jeden případ recidivy 3 měsíce po operaci ze 108 operovaných pacientů. Seeger et al. (2006) popisují 2 případy z 60 laparoskopicky operovaných pacientů a to 13 a 27 měsíců po operaci. Janowitz (2006) uveřejnil míru recidivy 4,4 %. Za vznikem recidivy může stát postupné rozpuštění srůstů slezu se stěnou dutiny břišní (Kehler & Stark 2002). A tudíž recidivy zcela jistě souvisí s fixací slezu pomocí kolíčku. Řešením by mohl být operační postup, kdy je slez přímo fixován ke stěně dutiny břišní čtyřmi jednotlivými stehy (Babkine et al. 2006; Mulon et al. 2006). Velkou neznámou využití tohoto postupu by ovšem byla technická náročnost, kdy je slez fixován čtyřmi stehy přímo k dutině břišní ve 12 cm dlouhé fixační zóně 3 až 5 cm napravo od linea alba mezi processus xyfoideus a pupkem.

Při provedení omentopexe bylo použito standartní metody dle Dirksena (1967). Tento laparotomický postup přináší obecně několik podstatných výhod při řešení dislokací slezu praktickými veterinárními lékaři. Je jednou z možných metod řešení levostranné dislokace slezu a umožňuje dobrý přístup při řešení pravostranné dislokace slezu, nebo volvulu slezu a případně umožňuje řešit chirurgicky dilataci a dislokaci ceka. Výhodné je přesné určení polohy slezu, stavu stěny a charakteru jeho náplně. Je zde možná kompletní revize dutiny břišní, včetně narušení případných adhezí (Steiner 2004; Niehaus 2016). Bečvář et al. (2001) upozorňují na možnost palpačního vyšetření dělohy a eventuální evakuace patologického obsahu. Dále je touto metodou možné diagnostikovat některé méně časté stavy v dutině břišní

jako zapískování předžaludků, zapečení knihy. Tento postup usnadňuje odhalení traumatické retikuloperitonitidy. Operatér má možnost posoudit zaoblení jaterních laloků, náplň žlučového měchýře a hlavně je možno odebrat eventuálně přítomnou peritoneální tekutinu. Tímto vyšetřením lze tedy získat zásadní informace ovlivňující průběh pooperační léčby.

K anestezii operační rány při omentopexi byla v této práci použita distální paravertebrální anestezie, jejíž užití hodnotí autor této práce jako jednoduché a tato metoda je vhodná i pro méně zkušené operatéry. Použití anestezie se v literatuře liší, kdy například Seeger et al. (2006) užívají invertovaný L blok a Bečvář et al. (2001) užívají paravertebrální periferní blok (metoda dle Magdy). Fixace slezu ve fyziologické poloze byla v této studii provedena přišíitím duplikatury omenta, tzv. "prasečí ouško", do ventrální komisury rány k peritoneu a m. transversus abdominis čtyřmi stehy nevstřebatelného vlákna. Pyloropexie, ani fixace perlonovou destičkou, kterou používají Seeger et al. (2006) nebyla prováděna. V našem sledování nebylo u žádné dojnice diagnostikováno extrémně křehké omentum a recidiva onemocnění nebyla zaznamenána ani na následující laktaci. V práci Roy et al. (2008) nebyl zaznamenán žádný relaps v laparotomicky operované skupině přesto, že bylo diagnostikováno u 15 ze 101 dojnic křehké omentum. Naopak Baird et al. (2017) zaznamenali ve skupině léčené pouze omentopexí 14% recidivu oproti skupině ošetřené kombinací omentopexie a pyloropexie, kde recidiva nebyla zaznamenána. Bečvář et al. (2001) popsali čtyři recidivy po operaci omentopexí zprava. Všechny dojnice byly úspěšně reoperovány.

Hlavní komplikací popisovanou u laparotomických operací je infekce v místě laparotomie. Seeger et al. (2006) popsali u 2 dojnic z 60 purulentní infekci místa omentopexie, která byla následně zvládnuta po parenterální aplikaci antibiotik. Roy et al. (2008) popsali infekci laparotomické rány u 11 dojnic ze 101 kusů laparotomicky operované skupiny. V naší studii závažná infekce operační rány nebyla zaznamenána.

S invazivitou této metody souvisí i rozdílný postup administrace antibiotik použitý v naší studii, kdy laparotomicky operovaným zvířatům byla antibiotika podána ve všech případech. Primárně byl podán u 68 % (35 ks) prokain benzylpenicilin, ve zbylých případech byla zohledněna diagnostikovaná interkurentní onemocnění. U laparoskopicky operovaných dojnic byla podána antibiotika u 100 kusů (56,8 %). Z tohoto počtu bylo 81 ks (81 %) ošetřeno prokain benzylpenicilinem a ve zbylých případech byla také zohledněna diagnostikovaná interkurentní onemocnění.

Tento postup podávání antibiotik je obdobný jako v literatuře, kde v laparoskopické skupině byla použita antibiotika pouze v 5 případech ze 60, kdy u třech dojnic byla zaznamenána infekce v místě fixace a u dvou dojnic diagnostikována peritonitida, ale

v laparotomicky ošetřené skupině byla všem kravám podána intrabdominálně směs ampicilinu a cloxacilinu (Seeger et al. 2006). Ve studii Roy et al. (2008) byl také publikován podobný postup, kdy v laparotomické skupině byla aplikována antibiotika po operaci všem zvířatům (91 kusů ze 101 dojnic (90,1 %), prokain benpenicilin). Z laparoskopicky ošetřené skupiny byla aplikována antibiotika pouze 31 ze 152 zvířatům (20,4 %). Nejvíce byl opět použit prokain benzylpenicilin a to u 26 kusů. V úvodní studii Janowitz (1998) popisuje aplikaci antibiotik pouze u 3 ks ze 108 ks laparoskopicky operovaných krav, které byly jednorázově ošetřeny druhý den po operaci, protože došlo ke zvýšení teploty nad 39,5°C.

Standardní postup při aplikaci antibiotik po operativní repozici LDS není v literatuře zcela propracován. U laparotomických operací je užití antibiotik standardně autory doporučováno (Dirksen 1967; Trent 2002). Je třeba poznamenat, že dle autora této práce není riziko kontaminace operační rány při zákroku prováděném přímo na farmě zanedbatelné. U laparoskopicky prováděných operací je pravděpodobně prostor ke snižování objemu aplikovaných antibiotik, jejichž použití je u potravinových zvířat stále více omezováno (Ma et al. 2019). Nicméně ani u laparoskopických metod není přístup autorů k používání antibiotik zcela jednoznačný. Například Christiansen (2004) aplikuje všem dojnicím po jedнокrokové laparoskopické metodě streptomycin, ale Newman et al. (2005) aplikují antibiotika po laparoskopické metodě pouze dojnicím, u nichž to vyžaduje interkurentní onemocnění.

Z hlediska porovnání vlivu operace na dojnice považujeme za důležitý faktor tohoto srovnání úmrtnost v důsledku operace a předčasné vyřazení zvířete, kdy náklady na zařazení nového kusu hrají velkou roli v naší ekonomické kalkulaci. Samotná perioperační úmrtnost je u operací LDS velmi nízká (Seeger et al. 2006; Roy et al. 2008), proto byl pro účely naší studie zvolen interval úhynu, nebo vyřazení do 30 dní po operaci a takto byly označeny neúspěšně léčené dojnice. Ve skupině námi laparotomicky operovaných zvířat (n=51) se jednalo o 7 ks (13,7 %) a ve skupině laparoskopicky operovaných (n=176) se jednalo o 12 ks (6,8 %). Přes zjevný trend ve prospěch laparoskopicky operovaných dojnic nebyl tento rozdíl signifikantní. V dříve publikovaných srovnávacích studiích bylo ve studii Seeger et al. (2006) propuštěno z kliniky po 5 dnech 58 z 60 (96,7 %) laparoskopicky operovaných dojnic, kdy u jedné se operace nezdařila, protože jí byl diagnostikován perforující vřed ve slezu a druhá byla utracena po fraktuře pánve na klinice. Ze skupiny laparotomicky ošetřovaných dojnic bylo propuštěno 59 ze 60 dojnic (98,3 %), kdy tato neúspěšně léčená dojnice byla utracena z důvodu selhání jater. Za 6 měsíců po operaci bylo z obou skupin vyřazeno 5 dojnic, takže z původního počtu se uzdravilo 88,3 % laparoskopicky operovaných dojnic a 90 % laparotomicky operovaných dojnic. Ve sledování Roy et al. (2008) bylo po laparotomicky

provedené operaci vyřazeno do 60 dní 12 ze 101 dojnic (11,9 %) a po laparoskopicky provedené operaci 14 ze 152 dojnic (9,2 %). Za 365 dní po operaci bylo následně vyřazeno v laparotomicky operované skupině 48 ze 101 dojnic (47 %) a v laparoskopicky operované skupině bylo vyřazeno 60 dojnic ze 152 dojnic (39,4 %), ani v této studii přes zjevný trend nebyl prokázán signifikantní rozdíl mezi skupinami ($p > 0,05$).

V naší studii jsme dlouhodobou úspěšnost hodnotili jako podíl zvířat ze skupiny IV (dokončení 305denní normované laktace a následné nové otelení) a operovaných dojnic příslušnou metodou. Ve skupině laparoskopicky operovaných dojnic se jednalo o 77 ze 127 dojnic (60,6 %) a ve skupině laparotomicky operovaných dojnic se jednalo o 26 z 51 dojnic (50,9 %). Ani tento rozdíl, navzdory trendu směřujícím opět k laparoskopické skupině, nebyl signifikantní ($p > 0,05$).

V překládané studii nebyl zjištěn vliv metody na přežitelnost operovaných dojnic. Nicméně lze poukázat na zjevný trend v bezprostředních úhynech po operaci u laparoskopické metody a lze též předpokládat, že nižší spotřeba antibiotik při provádění laparoskopických operací bude do budoucna vnímána jako zásadní benefit tohoto operačního postupu.

Ad cíl 2: Produkční, reprodukční ukazatele a interkurentní onemocnění

Při našem sledování mléčné užitkovosti bylo nezbytně nutné provést korekci nádojů pomocí Woodovy funkce pro možnost exaktního porovnání (viz. příloha č. 1). Bylo nutné odfiltrovat neustále rostoucí užitkovost v chovu (viz. příloha č. 3), kdy došlo v letech 2006 - 2015 k nárůstu o cca 2000 litrů a v porovnání s rokem 1996 se užitkovost dokonce ztrojnásobila.

Jednoduché průměrování hodnot a klasické statistické zpracování je tedy v případě hodnocení dlouhodobého vlivu různých faktorů na velikost nádoje nedostatečné a jednoznačně vede k chybným či zavádějícím výsledkům. Z toho důvodu jsme nejdříve teoreticky ověřovali (Marek et al. 2015) vhodnost použití Woodovy funkce pro modelování normované laktace dojnic a v následující práci (Haloun et al. 2016) byl výběr potvrzen i prakticky. Na základě naší práce (Haloun et al. 2016) vznikla aplikace samostatně zpracovávající data z mléčné užitkovosti, která může být použita ke korekci nádojů i v jiných případech dlouhodobého sledování úspěšnosti terapeutických protokolů pro odfiltrování zvyšující se užitkovosti.

V našem sledování dojnice postižené LDS vykazovaly snížený nádoj oproti zdravé části stáda ve všech laktacích, kromě laktace páté, což lze vysvětlit výběrem pacientů, kdy

pokud by se nejednalo o vynikající dojnice s nadprůměrnou užitkovostí, nebyly by po onemocnění LDS operovány, ale byly by vyřazeny. Nicméně rozdíl v nádoji ($p < 0,05$) byl popsán poze u dojnic na třetí a čtvrté laktaci, kdy předpokládáme, že tyto dojnice byly kromě onemocnění LDS negativně ovlivněny vlivy vysokoprodukčního chovu, kdy skupina byla ještě poměrně veliká a nejednalo se tedy pouze o vybrané špičkové dojnice jako je tomu o laktaci až dvě výše. Průměrně dojnice, která onemocněla LDS, vyprodukovala o 543 litrů méně než ostatní v chovu. Tento rozdíl ovšem není statisticky významný. Při srovnání dojnic operovaných jednotlivými metodami byl zaznamenán rozdíl v rámci laktací, konkrétně na třetí laktaci ve prospěch laparotomicky operované skupiny ($p < 0,05$). Rozdíl v nádoji na laktaci předcházející nebo následné byl v obou sledování nalezen pouze při sledování na druhé laktaci a to na laktaci předcházející onemocnění, kdy laparoskopicky operované dojnice nadojily více mléka ($p < 0,05$).

I při existenci propracovaného systému včasného zachytávání vzniklých případů LDS a následně exaktně provedené repozici dochází k narušení mléčné produkce, což je jeden z klinických příznaků tohoto onemocnění, kdy dojnice po onemocnění LDS snižuje příjem potravy a následně i užitkovost (Fleisher et al. 2009). Závěry autorů při sledování vlivu operace LDS na mléčnou produkci se liší dle zvolené metodiky. Některé práce popisují statistické rozdíly v celkovém 305denním nádoji (Hamann et al. 2004; Fodor et al. 2015), zatímco v jiných pracích, zejména ve stádech s dobrou persistencí laktace, jsou ztráty ze začátku laktačního cyklu vyrovnány v průběhu následujícího období (Hostens et al. 2012; Baird et al. 2017). Toto potvrzují Raizman & Santos (2002), kdy krávy s LDS nadojily méně mléka, ale signifikantní pokles byl patrný pouze během prvních 4 měsíců laktace. Všeobecně ovšem platí, že objem ztrát nevyprodukovaného mléka je v pozitivní korelaci s počtem laktací a užitkovostí postiženého jedince (Dettileux et al. 1997).

Jak je již uvedeno výše, v odborné literatuře se přístupy a metodika hodnocení vlivu LDS na mléčnou užitkovost značně odlišují. Naše sledování potvrzuje závěry srovnávací studie Roy et al. (2008), kdy rozdíl v užitkovosti za normovanou laktaci byl 136 kg mléka ve prospěch laparoskopicky operované skupiny, nejednalo se však o statisticky významný rozdíl. Dále Edwards & Tozer (2004) publikovali ztrátu 250 - 800 kg mléka na laktaci a Hamann et al. (2004) vyčíslili dokonce průměrnou ztrátu 1016 kg mléka na postižené laktaci na jeden případ LDS. Fiore et al. (2018) zjistili ve stádě se srovnatelnou užitkovostí jako v naší studii signifikantně nižší užitkovost na postižené laktaci LDS (11165 kg) v porovnání s ostatními dojnicemi (12295 kg). Jorritsma et al. (2008) a Baird et al. (2017) neprokázali statisticky

významně rozdílný nádoj mezi oběma skupinami operovanými rozdílnou metodou, Fodor et al. (2015) však došli k opačnému výsledku.

Opětovným obnovením produkce po onemocnění LDS se zabývali Seeger et al. (2006), kteří prokázali signifikantně vyšší růst nádoje v laparoskopicky operované skupině při sledování 6 týdnů po provedených zákrocích, což může být vysvětleno menší invazivností laparoskopické metody.

Přestože dojnice postižené LDS trpí NEB, se kterou jsou spjaté významné hormonální a metabolické změny (Geishuser et al. 1998; Diskin et al. 2003), nezjistili jsme ovlivnění námi sledovaných reprodukčních parametrů. Konkrétně při srovnání procenta březích na laktaci $n-1$, n a $n+1$ se výsledky prakticky kopírují a není zde možné najít žádný trend. Nízká čísla na vysokých laktacích lze vysvětlovat malým počtem pozorování a nízkou průměrnou délkou života krávy, kdy zvířata na páté a vyšší laktaci vykazují často příznaky jiných onemocnění jako chronická mastitida, onemocnění končetin nebo poruchy reprodukce a nejsou již dále připouštěny.

Při hodnocení inseminačního indexu nebyl zaznamenán vliv použitých operčních metod na tento ukazatel reprodukční výkonnosti. Relativně nízký inseminační index na vysokých laktacích vysvětlujeme tak, že pokud je zvíře připuštěno na takto vysoké laktaci, jedná se o nadprůměrně užitkovou krávu bez dalších onemocnění, a proto pravděpodobně ani další gravidita není extrémní problém. Autor si je ale vědom nízkého počtu zvířat na 5+ laktaci.

Reprodukční analýzy chovů v souvislosti s LDS se v publikované literatuře značně liší. Jorritsma et al. (2008) prokázali u operovaných zvířat ve sledované laktaci signifikantní prodloužení servis periody (115 vs. 98 dní) a mezidobí (451 vs. 418 dní). Baird et al. (2017) ovšem signifikantní rozdíl v reprodukční výkonnosti nezaznamenali. Také Fodor et al. (2015) popsali signifikantní zvýšení mezidobí a udává i zvýšení inseminačního indexu u operovaných zvířat. Lyons et al. (2014) uvádí delší servis periodu a v práci Raizman et al. (2002) je popsáno zvýšení inseminačního intervalu, ale k signifikantnímu zvýšení servis periody zde nedošlo.

Interkurentní onemocnění bylo popsáno v den operace u 115 (50,6 %) z 227 celkem operovaných zvířat. Výskyt interkurentních onemocnění byl nižší, než bývá uváděn v literatuře, kdy Grymer & Sterner (1982) popsali interkurentní onemocnění u každé dojnice zařazené do jejich studie (ketóza 63,3 %, metritis 26,6 %, mastitis 13,3 %, zadržené lůžko 13,3 %). Vystává zde samozřejmě otázka hodnocení ketózy jako interkurentního onemocnění. Sexton et al. (2007) diagnostikovali interkurentní onemocnění u 61,1 %

operovaných zvířat, nejčastějším problémem byly poruchy reprodukčních orgánů (37 % metritida a 15 % zadržené lůžko). Willenberg et al. (1982) udávají incidenci interkurentních onemocnění 70 - 75 % s obdobnými incidencemi (Sexton et al. 2007) jednotlivých chorob. V prognóze operovaných zvířat vždy zůstává otázkou, jak diagnostikované interkurentní onemocnění ovlivňuje celkový výsledek terapie LDS. Je zřejmé, že u některých diagnóz k ovlivnění výsledku operace bezesporu dochází např. Cable et al. (1998) popsali pouze 14% pravděpodobnost přežití dojnic postižených LDS, které současně trpěly abomasální ulcerací.

Nenarušení reprodukčních parametrů operovaných dojnic v předkládané práci je přičítáno dobře organizované reprodukci ve stádě, kdy se využívá hormonální řízení reprodukce, ale také tomu, že nemocné dojnice jsou v chovu aktivně vyhledávány v systému poporodních vyšetření a následně jsou bezodkladně relevantně řešeny. Tudíž nedojde k rozvratu organismu, kráva se brzo vrací do produkce a k narušení reprodukční výkonnosti vůbec nedojde.

Ad cíl 3: Ekonomická analýza

Ztráty způsobené LDS byly v předkládané práci počítány rozvahou, kde byly vyčísleny ztráty způsobené sníženým nádojem, zkrácenou délkou života, sníženým počtem vyprodukovaných telat, cenou operativního ošetření a nákladů spojených se zvýšeným úhynem operovaných zvířat. V druhém výpočtu byla provedena simulace pomocí softwaru ARENA, kde byl navíc kalkulován krmný den a reprodukční cyklus dojnice.

Ztráty na mléce u dojnic postižených dislokací slezu bez ohledu na operační metodu byly v první části výpočtu popsány jako finanční rozdíl vyprodukovaného mléka na průměrné laktaci u všech neoperovaných dojnic a u všech krav operovaných bez ohledu na metodu (rozdíl 543 litrů za laktaci, kdy proběhla operace). Tento statisticky nevýznamný rozdíl potvrzuje, že ztráty mléka vzniklé na začátku laktace jsou lépe vyrovnány u stád s dobrou perzistencí laktace (Hostens et al. 2012). Stádo, ve kterém výzkum probíhal, se vyznačuje velmi dobrou persistencí laktace a dojnice jsou průměrně zaprahovány před otelením s denním nádojem okolo 30litrů. Výsledná částka finanční ztráty (4344 CZK) vzniklá po zakalkulování výkupní ceny, je vyšší než částka udávaná Fodor et al. (2015), kteří uvádějí finanční ztrátu od 1990 CZK do 3387,5 CZK v závislosti na pořadí laktace. Di Liang (2013) uvádí dokonce finanční ztrátu za mléko 5187 CZK za laktaci.

Největší ztrátu však chovateli přinesl fakt, že průměrná dojnice ve stádě, která neonemocněla LDS se dožívá 2,43 laktace a průměrná dojnice, která byla řešena na LDS se dožívá 1,93 laktace. Tento rozdíl byl vztažen k odpisové hodnotě jednotlivého kusu tj. 30000

Kč (tato konkrétní hodnota byla získána z firemního účetnictví chovatele). V této části výpočtu byla škoda vyčíslena na 15000 CZK.

V našem sledování jsme u dojnic postižených LDS neprokázali statisticky významné narušení sledovaných reprodukčních parametrů, a proto jsme vyčíslení reprodukčních ztrát vztáhli ke kratší době dožití postižené dojnice, která sebou logicky nese i nižší počet narozených telat. V této práci uváděná hodnota telete 3325 CZK byla vyčíslena majitelem podniku z podnikového účetnictví. Předpokládáme, že postižená dojnice LDS vyprodukuje za život o 0,5 telete méně, než dojnice nepostižená. Ztrátu jsme vyčíslili tedy na 1662,5 CZK. Kvapilík (2010) odhadl cenu telete při narození na 2500 CZK, nicméně cenu 6 měsíčního zvířete zvyšuje již na 9000 CZK. Autor si je vědom, že uváděné hodnoty ztrát telat mohou být diskutabilní, protože rozdíl mezi tržní hodnotou třítydenního holštýnského býčka a jalovice získané pomocí embryotransferu s kvalitním otcem je velmi propastný. Obecně však platí, že nenarozená telata mohou následně chovateli chybět při obnově stáda.

Do kalkulace ztrát byla započtena orientační cena operačního zákroku 4500 CZK. Tato kalkulace v terénních podmínkách veterinární praxe, kde operace probíhaly, vychází stejně pro laparoskopickou i laparotomickou metodu a byla stanovena průměrem. Cena obsahuje cenu zákroku, cenu veterinárních léčiv a materiálů. Cena laparotomické operace je negativně zatížena zvýšenou spotřebou antibiotik a cena laparoskopické operace odpisovou hodnotou laparoskopu (Dr. Fritz Endoscopy®, 5200 EUR).

Pro vyčíslení ztrát byl nezanedbatelný i fakt vyšší úmrtnosti operovaných zvířat oproti zbytku stáda, kde chovatel přišel jednak o tržbu z jatečného zpracování těla a navíc musel nechat kadaver zlikvidovat v asanačním zařízení. Zde jsme kalkulovali o 7% vyšší úmrtnost po operaci LDS oproti ostatním zvířatům a průměrnou cenu jatečného těla a cenu likvidace kadáveru. Zde byla ztráta vyčíslena na 2100 CZK.

Celkem tedy dle našeho prvního výpočtu chovatel ztratil na jednom případě LDS 23106,5 CZK.

V druhém paralelním výpočtu byla finanční situace modelována pomocí softwaru ARENA. Je třeba zdůraznit, že obvykle používané metody porovnání dvou skupin jsou založeny na statistickém testování hypotéz. V naší studii však většina testovaných parametrů použitelných k finančnímu výpočtu statisticky významně rozdílná nebyla. Statistické analýzy tudíž nemusí poskytnout ideální metodu pro současné porovnání všech proměnných. Simulační studie proto poskytuje efektivnější metody finančního srovnání. Zde byla namodelována ztráta 21585 CZK, při stejných vstupních datech a při započítání ceny krmné dávky a reprodukčního života dojnice.

Vypočtené částky kopírují náklady publikované v literatuře. Bartlett et al. (1995) vyčíslili náklady na laparotomickou operaci na 3300 CZK. Shaver (1997) vyčíslil ztrátu na jeden případ mezi 2200 a 4400 CZK na ošetření LDS. Geishauser et al. (2000) předpokládají ztrátu mezi 5500 a 8800 CZK v závislosti na použité metodě repozice. Naopak Fodor et al. (2015) udávají cenu operace 1397,5 – 1700 CZK v závislosti na stáří zvířete. Di Liang (2013) však již 4353 CZK. Fodor et al. 2015 vyčíslili průměrnou finanční ztrátu na jeden případ LDS na 15305 CZK při započtení ztrát produkce. Při hodnocení těchto údajů velmi záleží na tom, co je v metodice konkrétního sledování zahrnuto. Důležité je, zda se jedná pouze o cenu práce veterinárního lékaře nebo jsou zahrnuty i materiál, veterinární léčiva a ztráty produkce, jak je tomu v našem sledování.

Zhodnocení ekonomických výsledků chovu mléčných krav není jednoznačná a jednoduchá záležitost. Zásadní roli hraje výkupní cena mléka a hladina vstupních cen krmiv, veterinární péče, cena práce apod. Významnou roli zde hrají tzv. výrobní ukazatele jako dojivost dojnic, obsah složek mléka, jakost mléka. Nezanedbatelný vliv na konečný výsledek má také plodnost krav, brakace a počet odchovaných telat. Z přímých nákladů na chov krav jsou nejvýznamnější položkou krmiva (Syrůček & Burdych 2015). Samotná užitkovost skotu je významný faktor ovlivňující ekonomický výsledek výroby mléka a to především v důsledku ředění fixních nákladů na chov (Bouška 2006). Objem ztrát nevyprodukovaného mléka je v pozitivní korelaci s počtem laktací a užitkovostí postiženého jedince (Dettelleux et al. 1997).

Naši kalkulaci bylo demonstrováno, jak LDS zhoršuje ekonomické výsledky chovu. Ačkoliv jsou ztráty mléčné produkce brány v souvislosti s LDS jako nejdůležitější, naše studie poukázala na fakt, že nejvíce stojí chovatele vyřazení postižených dojnic z chovu a nezanedbatelné ztráty mohou být generovány i v nenarozených telatech, ačkoliv přesná kalkulace tohoto bodu je velmi obtížná z důvodů disproporce mezi účetní a následnou reálnou tržní cenou. Výsledný součet ztrát vždy ovlivňuje hloubka analýzy jednotlivých faktorů a lze konstatovat, že nejmenší ztráta je na případě LDS, který vůbec nevznikne.

Ad cíl 4: Rekonvalescence operovaných dojnic

Základními nálezy pro zvířata trpící dislokací slezu jsou lipomobilizace, zvýšená aktivita enzymů poukazující na poškození jater a narušené hodnoty minerálního metabolismu (Cardoso et al. 2008; Mokhber Dezfoulli et al. 2013).

V prvních odběrech krve v rámci experimentů (D1) byl zaznamenán důkaz negativní energetické bilance (NEB) a lipomobilizace (u LS i LT) na základě zvyšujících se koncentrací

NEMK, BHB nad ref. rozmezí ($> 0,35$ mmol/l, resp. $> 1,0$ mmol/l) a dále byla prokázána klesající hladina koncentrace cholesterolu (ref. $2,6 - 5,2$ mmol/l). Dojnice s koncentrací BHB vyšší než $1,0$ mmol/l mají vyšší pravděpodobnost zdravotních komplikací nebo nižší produkce mléka (Whitaker 2004). Van Saun (2006) jako kritickou hranici uvádí dokonce jen $0,6$ mmol/l. Při zhodnocení laparoskopicky operované (LS) a kontrolní skupiny (K) zvířat byl prokázán také signifikantní nárůst hodnot TAG u nemocných krav (ref. $0,17 - 0,51$ mmol/l). Protože TAG jsou syntetizovány v játrech z cirkulujících NEMK (Illek et al. 2011), toto zjištění pravděpodobně souvisí s vyššími hodnotami NEMK nemocných zvířat v tomto experimentu. Obecně jsou výše uvedené biochemické změny považovány nejen za následek LDS, ale také za rizikový faktor vzniku LDS u vysokoprodukčních dojnic po otelení (Van Winden & Kuiper 2003; LeBlanc et al. 2005). Koncentrace NEMK, BHB a cholesterolu naznačovaly, že dojnice v kontrolní skupině byly také v NEB, ačkoliv ne tak těžké jako u krav s LDS. Tyto markery NEB se na konci sledování (D30) postupně vracely do normálních hodnot u operovaných i kontrolních zvířat. Průměrné hodnoty BHB v D30 jsou celkově blíže horní hranici referenčního rozmezí, což odráží probíhající NEB u řady krav v tomto období. Protože tyto dojnice byly průměrně 30 - 70 dní v laktaci, považujeme tyto nálezy za obvyklý stav (Whitaker 2004; Pechová et al. 2009).

Lipomobilizační efekt a hladovění dojných krav jsou spojeny s vyšším zatížením a snížením syntetické aktivity jaterního parenchymu (Staufenbiel et al. 2007). Toto odráží vyšší aktivitu AST nebo nižší hodnoty TP, ALB a močoviny (ref. TP $65 - 80$ g/l, ALB $30 - 42$ g/l, UREA $3 - 5$ g/l), které stejně jako v předchozím případě u NEMK A BHB byly pozorovány na začátku sledování (D1) ve všech skupinách (LS, LT, K) v námi provedeném experimentu. Proto jsou také změny krevních parametrů v průběhu času častěji signifikantní než rozdíly mezi skupinami.

Srovnání skupin laparoskopicky a laparotomicky operovaných krav (tabulky 4E a 4F) desátý den sledování (D10) ukazovaly na určité zpoždění negativního efektu LDS na koncentraci močoviny v obou pokusných skupinách a také na hodnotu albuminu (pouze v laparotomické skupině).

Jedním z důležitých predispozičních faktorů LDS je u krav často diagnostikována hypokalcémie (Mokhber-Dezfaoulli et al. 2013; Neves et al. 2018). Naše data ukazují, že obě skupiny krav, jak s LDS, tak v kontrolní skupině, trpěly na subklinickou hypokalcémií (ref. Ca: $1,6 - 2,25$ mmol/l). Po chirurgickém zákroku se koncentrace vápníku vrátila na normální hodnoty. Naše data tak potvrzují negativní vliv nízké hladiny vápníku na motilitu slezu a její význam v etiologii onemocnění.

Nižší koncentrace byly také pozorovány pro ostatní ionty jako Na, (ref. 136 - 150 mmol/l), Cl (ref. 90 – 110 mmol/l), Mg (ref. 0,78 – 1,07 mmol/l). Srovnatelné hodnoty byly prokázány u obou pokusných skupin i skupiny kontrolních zvířat. Příležitostné změny v čase (zvýšení Mg a snížení Na) tedy v rámci sledovaných zvířat nesouvisely s LDS. Koncentrace draslíku se pohybovaly v referenčním rozmezí (K, 4.0 – 5.8 mmol/l). Elektrolyty Na, K a Cl jsou považovány za indikátory vážnosti onemocnění. Vyšší koncentrace Na a K jsou prezentovány u zvířat s dubiozní nebo špatnou prognózou a hypokalémie je dávana do souvislosti s následkem zadržetí draslíku v trávicím systému (Rohn et al. 2004), tento nálezn potvrzuje efektivnost systému vyhledávání nemocných zvířat v chovu, kdy jednoznačně nebyla řešena zvířata nemocná řadu dní s rozvráceným metabolismem.

Společný nálezn u zvířat postižených LDS byl vysoce signifikantní vzestup haptoglobinu v D1 ve srovnání s kontrolní skupinou, nicméně v průběhu času hladiny klesaly. HAPT patří mezi tzv. bílkoviny akutní fáze, které jsou považovány za významný indikátor patologického procesu v organismu (Bagga et al. 2016; Simões et al. 2017). Zvýšení jeho koncentrace u vysokoprodukčních dojnic s LDS bylo doloženo opakovaně (Guzelbektes et al. 2010; Maden et al. 2012).

V přímém srovnání zvířat LT a LS se ukazuje, že na začátku sledování (D1) byl jediný podstatný rozdíl v AST aktivitě (LS > LT) svědčící o vyšší hladině v LS skupině před zákrokem. Ale v D10 byl rozdíl vyšší koncentrace cholesterolu a nižší koncentrace haptoglobinu příznivější pro LS skupinu. V LS skupině byl také rychlejší návrat ostatních parametrů do normálu: TP, Ca, Mg. Tyto nálezy souhlasí se závěry studie Wittek et al. (2009) a Wittek et al. 2012, kteří popisují rychlejší obnovení motility slezu a bacheru po laparoskopii, což vede k normalizaci sledovaných hodnot. Navíc Seeger et al. (2006) zjistili signifikantně rychlejší návrat hodnot bilirubinu a aktivity GDH u zvířat po laparoskopickém zákroku. Nicméně všechny tyto studie byly vedeny v klinických nebo laboratorních podmínkách.

Naše studie v terénních podmínkách veterinární praxe v ČR prokázala, že dynamika návratu změn biochemických parametrů změněných NEB i LDS byla rychlejší u laparoskopicky operované skupiny zvířat. Z toho lze vyvozovat, že minimální invazivnost laparotomické metody má zejména v brzkém pooperačním období pozitivní vliv na rychlost rekonvalescence operovaných zvířat.

7. Závěr

LDS u skotu je onemocnění, které se vyskytuje ve všech moderních chovech dojnic v menší, nebo větší míře. Tento stav je dán skutečností, že se jedná o polyfaktoriální onemocnění. To znamená, že na jeho vzniku se podílí více příčin a predispozičních faktorů různě se kombinujících. Je zřejmé, že úplná eliminace všech těchto faktorů v provozních podmínkách není možná. A tím je také daný trvalý výskyt tohoto onemocnění v chovech. Je pochopitelné, že LDS negativně ovlivňuje celkový zdravotní stav, mléčnou užitkovost postižených zvířat a tím má dopad na ekonomiku zemědělského podnikání.

Na základě získaných výsledků prezentovaných v této dizertační práci lze konstatovat, že obě porovnávané metody repozice dislokovaného slezu lze považovat za dobře osvojitelné a vhodné pro provádění repozice dislokovaného slezu praktickými veterinárními lékaři v terénní buiatrické praxi. Obě testované metody vykazaly v naší práci specifické výhody i nevýhody. Nevýhodou laparoskopické metody je jednoznačně nutnost nákupu sofistikovaného vybavení. Proti laparotomické metodě hovoří vyšší spotřeba antibiotik v pooperační péči. U skupiny laparoskopicky operovaných dojnic byla popsána nižší úmrtnost a vyřazování zvířat do třiceti dní po operaci (6,8 % vs. 13,7 %). Z hlediska dlouhodobé přežitelnosti bylo popsáno 60,6 % znovu otelených krav v laparoskopicky operované skupině a 50,9 % znovu otelených krav v laparotomicky operované skupině. Nicméně přes relativně velkou skupinu operovaných zvířat a trend ve prospěch laparoskopicky operované skupiny se nejedná o signifikantní výsledek.

Na hodnoty většiny hodnocených parametrů produkce a reprodukce nebyl zjištěn signifikantní vliv operační metody. Na postižené laktaci bez ohledu na operační metodu byla zaznamenána statisticky nevýznamná o 543 litrů nižší užitkovost, se kterou je kalkulováno v ekonomické rozvaze. Zde je otázka, jaký vliv má na tento výsledek přesně propracovaný systém vyhledávání nemocných dojnic při pravidelných poporodních vyšetřeních, vynikající persistence laktace u celého stáda a propracovaný systém řízení reprodukce.

Za důležitý výsledek práce považujeme, že došlo k vyvinutí softwaru pro zpracování měsíčních dat nádojů mléka z kontroly užitkovosti, který dokáže predikovat výsledky normované laktace korigované od sezóních vlivů i postupně se zvyšující užitkovosti stáda. Tento program může být využit i v jiných případech dlouhodobého sledování.

Vyčíslení ekonomické ztráty na jednom případě LDS v naší práci podtrhuje potřebu volby efektivní metody repozice dislokovaného slezu a vykresluje finanční pozadí celého

procesu zvládnání této produkční choroby. Použití simulačního programu ARENA poukazuje na možnosti ekonomických kalkulací, které mohou mít u produkčních onemocnění i praktické využití při demonstraci finančních ztrát chovateli.

Z vybraných biochemických parametrů byla prokázána statisticky rychlejší normalizace biochemických hodnot mezi prvním a desátým dnem po operaci u laparoskopicky operované skupiny zvířat, což potvrzuje prospěšnost minimálně invazivního provedení operace.

Z hlediska rozhodnutí o metodě repozice dislokovaného slezu lze za významné považovat, že laparoskopicky vedená operace je snadno proveditelná a že nepoužití antibiotik nezhoršuje oproti laparotomické skupině výsledek operace. Za výhodné pro laparotomickou metodu lze označit snadnou proveditelnost bez nutnosti větší investice do vybavení, což tuto metodu činí atraktivní i pro veterinární buiatrické praxe s nepříliš vysokou incidencí těchto zákroků.

Do budoucna by bylo prospěšné zpracování standardů antibiotické terapie při provádění repozic dislokace slezu různými metodami. Otevřená je otázka dalšího výzkumu o výhodnosti jednotlivých metod repozice zejména u zvířat, jejichž předoperační stav je vážně alterován interkurentním onemocněním poporodního období.

8. Seznam použité literatury:

Al-Rawashdeh O, Bani Ismail Z, Talafha A, Al-Momani A. 2017. Changes of hematological and biochemical parameters and levels of pepsinogen, histamine and prostaglandins in dairy cows affected with left displacement of the abomasum. *Polish Journal of Veterinary Science* **20**: 13–18.

Anderson DE, Gaughan EM, De Bowes RM. 1994. Effects of chemical restraint on the endoscopic appearance of laryngeal and pharyngeal anatomy and sensation in adult cattle. *American Journal of Veterinary Research*. **55**: 1196-1200.

Babkine M, Desrochers A, Bouré L, Hélie P. 2006. Ventral laparoscopic abomasopexy on adult cows. *The Canadian Veterinary Journal* **47**: 343–348.

Bagga A, Randhawa SS, Sharma S, Bansal BK. 2016. Acute phase response in lame crossbred dairy cattle. *Veterinary World* **9**: 1204-1208.

Baird AN. 2012. Displaced abomasum in cattle: evaluation beyond the ping. *The Veterinary Record* **170**: 411–412.

Baird AN, Mohamed A, Moore GE, Hawkins JF. 2017. Comparison of omentopexy versus pyloro-omentopexy for treatment of left abomasal displacement in dairy cows: 87 cases (2001 - 2005). *Journal of the American Veterinary Medical Association* **251**: 1182-1187.

Baker JS. 1973: Displacement of the abomasum in dairy cows. Part 2. *Veterinary Practice* **45** : 16–22.

Barisani C. 2004. Evoluzione della tecnica di Janowitz per la risoluzione della dislocazione abomasale sinistra secondo Barisani. *Summa* **5**: 35-39.

Bartlett PC, Kopcha M, Coe PH, Ames NK, Ruegg PL, Erskine RJ. 1995. Economic comparison of the pyloro-omentopexy vs. the roll and toggle procedure for treatment of left

displacement of the abomasum in dairy cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **206**: 1156-1162.

Begg H. 1950. Diseases of the stomach of the adult ruminant. *The Veterinary Record* **62**: 797–808.

Begg H, Whiteford WA. 1956. Displacement of the abomasum in the cow. *The Veterinary Record* **68**: 122–125.

Bečvář O, Illek J, Matějčíček M. 2001. Dilatace a dislokace slezu u skotu *Veterinářství* **51**: 515-523.

Biffani S, Morandi N, Locatelli V, Pravettoni D, Boccardo A, Stella A, Nicolazzi EL, Biscarini F. 2014. Adding evidence for a role of the SLITRK gene family in the pathogenesis of left displacement of the abomasum in Holstein-Friesian dairy cows. *Livestock Science* **167**: 104–109.

Boure L. 2005. General principles of laparoscopy. *Veterinary Clinics Food Animal Practice* **21**: 227-249.

Bouška J, Doležal O, Jílek F, Kudrna V, Kvapilík J, Příbyl J, Rajmon R, Sedmíková M, Skřivanová V, Šlosárková S, Tyrolová Y, Vacek M, Žižlavský J. 2006. *Chov dojeného skotu*. Profi Press, Praha.

Braun U. 2003. Ultrasonography in gastrointestinal disease in cattle. *Veterinary Journal* **166**: 112–124.

Buckner R. 1995. Surgical correction of left displaced abomasum in cattle. *The Veterinary Record* **136**: 265-267.

Cable CS, Rebhun WC, Fubini SL, Erb HN, Ducharme NG. 1998. Concurrent abomasal displacement and perforating ulceration in cattle: 21 cases (1985 - 1996). *Journal of the American Veterinary Medical Association* **212**: 1442–1445.

Cameron REB, Dijk PB, Herdt TH, Kaneene JB, Miller R, Buchholtz HF, Liesman JS, Vandehaar MJ, Emery RS. 1998. Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaced abomasum in high producing dairy herds. *Journal of Dairy Science* **81**: 132-139.

Cardoso de Cardoso F, Esteves V, de Oliveira S, Lasta C, Valle S, Campos R, DiazGonzales F. 2008. Hematological, biochemical and ruminant parameters for diagnosis of left displacement of the abomasum in dairy cows from Southern Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **43**: 141-147.

Chebel RC, Susca F, Santos JEP. 2008. Leptin genotype is associated with lactation performance and health of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* **91**: 2893–2900.

Christiansen K. 2004. Laparoskopisch kontrollierte Operation des nach links verlagerten Labmagens (Janowitz-Operation) ohne Ablegen des Patienten. *Tierärztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere* **32**: 118–121.

Constable PD, Miller GY, Hoffsis GF, Hull BL, Rings DM. 1992. Risk factors for abomasal volvulus and left abomasal displacement in cattle. *American Journal of Veterinary Research* **53**: 1184-1192.

Constable PD, Nouri M, Sen I, Baird AN, Wittek T. 2012. Evidence-based use of prokinetic drugs for abomasal disorders in cattle. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice* **28**: 51-70.

Correa MT, Erb H, Scarlett J. 1993. Path analysis for seven postpartum disorders of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* **76**: 1305-1312.

Croushore WS, Ospina PA, Welch DC, Zawisza DJ, Nydam DV. 2013. Association between β -hydroxybutyrate concentration at surgery for correction of left-displaced abomasum in dairy cows and removal from the herd after surgery. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **243**: 1329-1333.

Daniel RC. 1983. Motility of the rumen and abomasum during hypocalcaemia. *Canadian Journal of Comparative Medicine and Veterinary Science* **47**: 276–280.

Dawson LJ, Aalseth EP, Rice LE, Adams GD. 1992. Influence of fiber form in a complete mixed ration on incidence of left displaced abomasum in postpartum dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **200**: 1989-1992.

Delgado-Lecaroz R, Warnick LD, Guard CL, Smith MC, Barry DA. 2000. Cross-sectional study of the association of abomasal displacement or volvulus with serum electrolyte and mineral concentrations in dairy cows. *The Canadian Veterinary Journal* **41**: 301–305.

Detilleux JC, Gröhn YT, Eicker SW, Quaas RL. 1997. Effects of left displaced abomasum on test day milk yields of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* **80**: 121-126.

Diskin MG, Mackey DR, Roche JF, Sreenan JM. 2003. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Animal Reproduction Science* **78**: 345–370.

Dirksen G. 1967. Gegenwärtiger Stand Diagnostik, Therapie und Prophylaxe der Dislocatio abomasi sinistra des Rindes. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* **74**: 626-633.

Doležel R, Vinkler A, Zajíc J, Čech S. 2009. Onemocnění pohlavního aparátu a poruchy reprodukce. Pages 469-601 in Hofírek B, editor. *Nemoci skotu*. Noviko a. s., Brno.

Doll K, Sickinger M, Seeger T. 2009. New aspects in the pathogenesis of abomasal displacement. *Veterinary Journal* **181**: 90–96.

Doll K. 2015. Abomasal displacement in dairy cattle: A hereditary disease? *Veterinary Journal* **205**: 329–330.

Duffield TF, Lissemore KD, McBride BW, Leslie KE. 2009. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *Journal of Dairy Science* **92**: 571-580.

Edwards JL, Tozer PR. 2004. Using activity and milk yield as predictors of fresh cow disorders. *Journal of Dairy Science* **87**: 524-531.

Esposito G, Irons PC, Webb EC, Chapwanya A. 2014. Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. *Animal Reproduction Science* **144**: 60–71.

Fennelly NJ. 1984. A case of left-sided abomasal displacement in a bullock. *Irish Veterinary Journal* **38**: 193.

Fiore F, Musina D, Cocco R, Di Cerbo A, Spissu N. 2018 Association between left-displaced abomasum corrected with 2-step laparoscopic abomasopexy and milk production in a commercial dairy farm in Italy. *Irish Veterinary Journal* **71**: 20-24.

Fleischer P, Dvořák D, Šterc J, Doll K, Němeček L, Hofírek B. 2009. Levostraná dislokace slezu. Pages 409-417 in Hofírek B, editor. *Nemoci skotu*. Noviko a. s., Brno.

Fodor I, Ozsvári L, Biczó A. 2015. The losses due to displaced abomasum on a large-scale Hungarian dairy farm—a case study. Conference Spring Wind 2015. Eszterhazy Karoly University of Applied Sciences, Eger.

Freick M, Weber J, Passarge O, Kevork SD. 2016. Effects of erythromycin on milk yield, rumen contraction rate and blood beta-hydroxybutyrate concentration in dairy cows after laparoscopic reposition of the left displaced abomasum. *Veterinární Medicína* **61**: 413–420.

Frelich J, Bouška J, Doležal O, Maršálek M, Říha J, Voříšková J, Zedníková J. 2001. Chov skotu. *JU ZF JČU, České Budějovice*.

Geishauser T, Diederichs M, Beuing R. 1996. Schätzung der Erbllichkeit von Labmagenverlagerung bei deutsch-schwarzbunten Rindern in Hessen (in German). *Journal of Veterinary Medicine* **43**: 87-92.

Geishauser T, Seeh C. 1996. Duodeno-abomasal reflex in cows with abomasal displacement. *Zentralblatt für Veterinärmedizin. Reihe A.* **43**: 445–450.

Geishauser T, Leslie K, Duffield T, Sandals D, Edge V. 1998. The association between selected metabolic parameters and left abomasal displacement in dairy cows. *Journal of Veterinary Medicine* **45**: 499-511.

Geishauser T, Leslie K, Herdt T. 2000. Metabolic aspects in the etiology of displaced abomasum. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice* **16**: 255-265.

Gnus M, Ratajczak K, Antosik P. 2018. Application of a laparoscopic spieker of own design in reposition and fixation of the left displacement of the abomasum (LDA) in cattle. *Medycyna Weterynaryjna* **74**: 99-103.

Golebiewski M, Brzozowski P, Golebiewski L. 2011. Analysis of lactation curves, milk constituents, somatic cell count and urea in milk of cows by the mathematical model of Wood. *Acta Veterinaria Brno* **2**: 73–80.

González-Martín JV, Pérez-Villalobos N, Baumgartner W, Astiz S. 2019. An investigation into the development of right displaced abomasum by rolling 268 dairy cows with left displaced abomasum. *Journal of Dairy Science* **102**: 11268-79.

Grönlund U, Sandgren ChH, Waller KP. 2005. Haptoglobin and serum amyloid A in milk from dairy cows with chronic subclinical mastitis. *Veterinary Research* **36**: 191-198.

Grymer J, Sterner KE. 1982. Percutaneous fixation of left displaced abomasum, using a bar suture. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **180**: 1458–1461.

Grymer J, Bartlett PC, Houe H, Sterner KE. 1997. One year survival of cows with left displacement of the abomasum corrected with the roll and toggle procedure. *The Bovine Practitioner* **31**: 80–82.

Guzelbektes H, Sen I, Ok, M, Constable PD, Boydak M, Coskun A. 2010. Serum amyloid A and haptoglobin concentrations and liver fat percentage in lactating dairy cows with abomasal displacement. *Journal of Veterinary Internal Medicine* **24**: 213-219.

Haloun T., Vokřálová J, Kopřiva R, Chomát P. 2008. Laparoskopická metoda řešení jednostranné dislokace slezu u dojnic. *Veterinářství* **58**: 794-797.

Haloun T., Šterc J. 2009. Infuzní terapie u dospělého skotu při stavech vyžadujících chirurgické řešení. *Veterinářství* **59**: 302-306.

Haloun T, Kopřiva R, Šterc J. 2009. First experiences with the laparoscopic management of left abomasal displacement on dairy cows in the Czech republic. *Folia Veterinaria Supplementum LIII*: 33-35.

Haloun T, Marek J, Rajmon R, Kršíková M. 2016. Analysis in a time series of milk-yield production. Page 248-253 in *Mathematical Methods in Economics 2016 (MME 2016)*. Technická univerzita v Liberci, Liberec.

Hamann H, Wolf V, Scholz H, Distl O. 2004. Relationships between lactational incidence of displaced abomasum and milk production traits in German Holstein cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **51**: 203-208.

Heimberg P. 1999. Kontrollierte klinische Studie über die Behandlung von Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung mittels perkutaner Abomasopexie im Vergleich zur Omentopexie nach Laparotomie von rechts. [Doctoral Thesis]. Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.

Hesseselholt S, Grymer J. 1979. Linksseitige Labmagenverlagerung: Vorkommen in Dänemark. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* **86**: 490-494.

Hofmann W. 1992. Erkrankungen des Verdauungsapparates. Pages 155-212 in Hofmann W, editor. Rinderkrankheiten. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Hostens M, Ehrlich J, Van Ranst B, Opsomer G. 2012. On-farm evaluation of the effect of metabolic diseases on the shape of the lactation curve in dairy cows through the milk bot lactation model. *Journal of Dairy Science* **95**: 2988-3007.

Humblet MF, Guyot H, Boudry B, Mbayahi F, Hanzen C, Rollin F, Godeau JM. 2006. Relationship between haptoglobin, serum amyloid A, and clinical status in a survey of dairy herds during a 6-month period. *Veterinary Clinical Pathology* **35**: 188-193.

Hull BL. 1972. Closed suturing technique for correction of left abomasal displacemnet. *Iowa State University Veterinarian* **3**: 142–144.

Chapinal N, Carson ME, LeBlanc SJ, Leslie KE, Godden S, Capel M, Santos JE, Overton MW, Duffield TF. 2012. The association of serum metabolites in the transition period with milk production and early-lactation reproductive performance. *Journal of Dairy Science* **95**: 1301–1309.

Illek J, Kumprechtová D, Kudrna V. 2011. Metabolic disorders of dairy cows in the peripartum period with respect to changes in body condition. Page 108. 6th European Congress of Bovine Health Management, Liege, Belgium.

Imhasly S, Bieli C, Naegeli H, Nyström L, Ruetten M, Gerspach C. 2015. Blood plasma lipidome profile of dairy cows during the transition period. *BMC Veterinary Research* **11**: 252–266.

Isermeyer F. 2007. Zukunft der Milchquotenregelung–wie sind die verschiedenen Politikoptionen zu beurteilen? *Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie*. Institut für Betriebswirtschaft, Braunschweig.

Itoh N, Egawa M, Kitazawa T, Ueda M, Koiwa M. 2006. A new method for detecting the abomasal position and characteristics of movement at the onset of the left displacement of the abomasum in cows. *Journal of Veterinary Medicine. A, Physiology, Pathology, Clinical Medicine* **53**: 375-378.

Janowitz H. 1990. Elektrolytbestimmung im Blutplasma und im Hamolzsaten für Berechnung der intraerztrötzaren Elektroltzkonzentration im Abhanigkeit von Parametern des Saure - Basen-Haushalts im venosen Blut bei an linkseitiger oder rechtseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kuhen [Doctoral Thesis]. Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover.

Janowitz H. 1998. Laparoskopische Reposition und Fixation des nach links verlagerten Labmagens. *Tierärztliche Praxis* **26**: 308-313.

Janowitz H. 2006. Retrospektive Betrachtung der laparoskopischen Methode zur Therapie der Labmagenverlagerung. Page 203-205, Proc. 6. Berlin - Brandenburgischer Rindertag, Mensch und Buch Verlag, Berlin.

Jean GS. 1990. Decision for surgery. In: Bristol D. G., *Surgery of The Bovine Digestiv Tract. The Veterinary Clinics of North America* **6**: 342-358.

Jenings PB. 1984 *The Practice of Large Animal Surgery*. W. B. Saunders Company, Philadelphia.

Jorritsma R, Westerlaan B, Bierma MP, Frankena K. 2008. Milk yield and survival of Holstein-Friesian dairy cattle after laparoscopic correction of left-displaced abomasum. *The Veterinary Record* **162**: 743-746.

Littell RC, Pendergast J, Natarajan R. 2000. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. *Statistics in Medicine* **19**: 1793-1819.

Kehler W, Stark M. 2002. Laparoscopic repositioning and fixation of the left displaced abomasum, anatomic assesment of the development of the fixation in the abdominal cavity in the following six months. Page 33-44, Proc. XXII. World Buiatics Congress, Hannover.

Kelton WD, Randal P, Sadowski R., Zupick NB. 2015. Simulation with Arena. Sixth edition. McGraw-Hill Education, New York.

Kelton DF, Fubini SL. 1989. Pyloric obstruction after toggle – pin fixation of left displaced abomasum in a cow. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **194**: 677–682.

Kertz AF, Reutzel LF, Thomson GM. 1991. Dry matter intake from parturition to midlactation. *Journal of Dairy Science* **74**: 2290-2296.

Klevenhusen F, Humer E, Metzler-Zebeli B, Podstatzky-Lichtenstein L, Wittek T, Zebeli O. 2015. Metabolic profile and inflammatory responses in dairy cows with left displaced abomasum kept under small-scaled farm conditions. *Animals (Basel)* **5**: 1021-1033.

Koeck A, Miglior F, Jamrozik J, Kelton DF, Schenkel FS. 2013. Genetic associations of ketosis and displaced abomasum with milk production traits in early first lactation of Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science* **96**: 4688–4696.

Kováč G, Kováč M. 2001. Premiestnenie slezu. Pages 345-349 in Kovač G, editor. *Choroby hovädzieho dobytku*. M & M, Prešov.

Kvapilík J, Pytloun J, Zahrádková R, Malát K. 2006. *Chov krav bez tržní produkce mléka. Metodická příručka pro poradce*. VÚŽV, v. v. i., ČSCHMS, Praha.

Kvapilík J. 2009. Ekonomické aspekty odchovu a nemocí telat a jalovic. *Náš chov* **69**: 35-38.

Kvapilík J. 2010. Hodnocení ekonomických ukazatelů výroby mléka. *Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha-Uhřetěves*.

Kvapilík J. 2018. Ekonomické ztráty vyvolané produkčními chorobami dojených krav. Page 66-78, *Management produkčního zdraví v chovech skotu a malých přežvýkavců*, Česká buiatrická společnost, Brno.

Lagerweij E, Numans SR. 1968. De operative behandelingsmethoden bij het run volgens de „Utrechtse methode“. *Tijdschrift Voor Diergeneeskunde* **93**: 366–376.

LeBlanc SJ, Leslie KE, Duffield TF. 2005. Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* **88**: 159-170.

LeBlanc S. 2010. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *The Journal of Reproduction and Development Suppl*: 29-35.

Lehner S, Zerbin I, Doll K, Rehage J, Distl O. 2018. A genome-wide association study for left-sided displacement of the abomasum using a high-density single nucleotide polymorphism array. *Journal of Dairy Science* **101**: 1258–1266.

Leon-Velarde CU, McMillan I, Gentr RD, Wilton JW. 1995. Models for estimating typical lactation curves in dairy cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **112**: 333-340.

Leroy JLMR, Vanholder T, Mateusen B, Christophe A, Opsomer G, de Kruif A, Genicot G, Van Soom A. 2005. Non-esterified fatty acid in follicular fluid of dairy cows and their effect on developmental capacity of bovine oocytes in vitro. *Reproduction* **130**: 485-495.

Liang D. 2013. Estimating the economic losses from diseases and extended days open with a farm-level stochastic model [Doctoral Thesis]. University of Kentucky, Lexington.

Li XW, Xu QS, Zhang RH, Yang W, Li Z, Zhang YM, Tian Y, Zhang M, Wang Z, Liu GW, Xia C, Li XB. 2018. Ultrasonographic findings in cows with left displacement of abomasum, before and after reposition. *BMC Veterinary Research* **14**: 44 DOI: 10.1186/s12917-018-1358-7.

Louda F. 2008. Uplatnění biologických zásad při řízení reprodukce plemenic. Výzkumný ústav pro chov skotu s. r. o., Rapotín.

Lowe JE, Loomis WK, Kramer LL. 1965. Abomasopexy for repair of left displacement in dairy cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **147**: 389–393.

Lyons DT, Freeman AE, Kuck AL. 1991. Genetics of health traits in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* **74**: 1092–1100.

Lyons NA, Cooke JS, Wilson S, van Winden SC, Gordon PJ, Wathes DC. 2014. Relationships between metabolite and IGF1 concentrations with fertility and production outcomes following left abomasal displacement. *The Veterinary Record* **174**: 567doi: 10.1136/vr.102119.

Ma Z, Lee S, Jeong KC. 2019. Mitigating antibiotic resistance at the livestock-environment interface: a review. *Journal of Microbiology and Biotechnology* **29**: 1683-1692.

Maden M, Ozturk AS, Bulbul A, Avci GE, Yazar E. 2012. Acute-phase proteins, oxidative stress and enzyme activities of blood serum and peritoneal fluid in cattle with abomasal displacement. *Journal of Veterinary Internal Medicine* **26**: 1470-1475.

Maden M, Yildiz R, Çöl R, Arican M, Ider M, Garip M, Tras B. 2018. The evaluation of hemostatic dysfunction and disseminated intravascular coagulation in dairy cows with abomasal displacement. *Polish Journal of Veterinary Sciences* **21**: 769-778.

Mamak N, Devrim AK, Aksit H, Aytekin I, Yıldız R. 2013. Levels of antioxidant substances, acute phase response and lipid peroxidation in the left and right abomasum displacement in cows. *Polish Journal of Veterinary Sciences* **16**: 731–733.

Mansour M, Wilhite R, Rowe J. 2017. *Guide to ruminant anatomy*. Wiley Blackwell, Auburn.

Marek J, Rajmon R, Haloun T. 2015: Critical evaluation of seven lactation curve estimation models. Page 73-84 in Abraham A, Jiang XH, Snášel V, Pan JS, editors. *Intelligent Data Analysis and Applications. Proceedings of the Second Euro-China Conference on Intelligent Data Analysis and Applications*, Springer International Publishing, New York.

Marek J. 2016: Various models for fitting of lactation curve and its curvatures. Page 72-83 in Bod'a M, editor. *5th International Scientific Conference Fernstat 2016*, Banská Bystrica, Slovakia.

Markusfeld O. 1986. The Association of displaced abomasum with various periparturient factors in dairy cows. A retrospective study. *Preventive Veterinary Medicine* **4**: 172-183.

McArt JAA, Nydam DV, Oetzel GR. 2012. A field trial on the effect of propylene glycol on displaced abomasum, removal from herd, and reproduction in fresh cows diagnosed with subclinical ketosis. *Journal of Dairy Science* **95**: 2505–2512.

Melendez P, Romero C, Pithua P, Marin MP, Pinedo P, Duchens M. 2017. Retrospective evaluation of milk production and culling risk following either surgical, toggle-pin suture or conservative treatment of left displaced abomasum in Chilean dairy cows. *New Zealand Veterinary Journal* **65**: 292–296.

MokhberDezfoulli M, Eftekhari Z, Sadeghian S, Bahounar A, Jeloudari M. 2013. Evaluation of hematological and biochemical profiles in dairy cows with displacement of the abomasum. *Comparative Clinical Pathology* **22**: 175–179.

Mömke S, Scholz H, Doll K, Rehage J, Distl O. 2008. Mapping quantitative trait loci for left-sided displacement of the abomasum in German Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* **91**: 4383–4392.

Mömke S, Brade W, Distl O. 2011. Co-segregation of quantitative trait loci (QTL) for milk production traits and length of productive life with QTL for left-sided displacement of the abomasum in German Holstein dairy cows. *Livestock Science* **140**: 149–154.

Mömke S, Sickinger M, Rehage J, Doll K, Distl O. 2012. Transcription factor binding site polymorphism in the motilin gene associated with left-sided displacement of the abomasum in German Holstein cattle. *PLoS One* **7**: doi: 10.1371/journal.pone.0035562.

Mömke S, Sickinger M, Lichtner P, Doll K, Rehage J, Distl O. 2013. Genome-wide association analysis identifies loci for left-sided displacement of the abomasum in German Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* **96**: 3959–3964.

Mulon PY, Babkine M, Desrochers A. 2006. Abomasopexy by ventral laparoscopic approach in cattle: 18 cases (2002–2004). *Veterinary Surgery* **35**: 347–355.

Najbrt R. 1980. Proventriculus et ventriculus. Pages 394-396 in Najbrt R, editor. Veterinární anatomie 1. díl. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Neuenschwander TFO, Miglior F, Jamrozik J, Berke O, Kelton DF, Schaeffer LR. 2012. Genetic parameters for producer-recorded health data in Canadian Holstein cattle. *Animal* **6**: 571–578.

Neves RC, Leno BM, Curler MD, Thomas MJ, Overton TR, McArt JAA. 2018. Association of immediate postpartum plasma calcium concentration with early-lactation clinical diseases, culling, reproduction, and milk production in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* **101**: 547-555.

Newman KD, Anderson DE, Silveira F. 2005. One-step laparoscopic abomasopexy for correction of left-sided displacement of the abomasum in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **227**: 1142–1147.

Newman KD. 2009. Laparoscopy in large animal surgery. *Food Animal Practice Fifth edition* 406–413.

Niehaus AJ. 2016. Surgical management of abomasal disease. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice* **32**: 629–644.

Nottebrock GR, Ferking H. 1997. Zur perkutanen Fixation, oder das Dubeln, des links und rechtsseitig verlagerten Labmagens. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* **104**: 295–297.

Oman RE, Streeter RN, Reppert EJ, Chako CZ. 2016. Left Displacement of the Abomasum in 4 Beef Calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine* **30**: 1376-1380.

Overton TR, Waldron MR. 2004 Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. *Journal of Dairy Science* **87**: 105-119.

Ozturk AS, Guzel M, Askar TK, Aytakin I. 2013. Evaluation of the hormones responsible for the gastrointestinal motility in cattle with displacement of the abomasum; ghrelin, motilin and gastrin. *The Veterinary Record* **172**: 636-674.

Parker JE, Fubini SL. 1987. Abomasal fistulas in dairy cows. *The Cornell Veterinarian* **77**: 303–309.

Patton J, Kenny DA, McNamara S, Mee JF, O'Mara FP, Diskin MG, Murphy JJ. 2007. Relationships among milk production, energy balance, plasma analytes, and reproduction in Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science* **90**: 649–658.

Pechová A, Hofírek B, Pavlata L, Dvořák R. 2009. Metabolické profilové testy. Pages 1039-1048 in Hofírek B, editor. *Nemoci skotu*. Noviko a. s., Brno.

Perotta JH, Dyck RH, Ollhoff RD, Lisbôa JA, Vieira N, Barros IR. 2018. One-step laparoscopic abomasopexy versus abomasopexy via right paralumbar fossa to treat left abomasal displacement in dairy cows. *Pesquisa Veterinária Brasileira* **38**: 1068-1076.

Píšťková K, Illek J, Kadek R. 2019. Determination of antioxidant indices in dairy cows during the periparturient period. *Acta Veterinaria Brno* **88**: 3-9.

Popesko P. 1977. *Atlas topografickej anatomie hospodárskych zvierat, díl II- trup*. Neografia.

Raizman EA, Santos JE, Thurmond P. 2002. The effect of left displacement of abomasum corrected by toggle pin suture on lactacion, reproduction and health of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* **85**: 1157-1164.

Reinhardt TA, Lippolis JD, McCluskey BJ, Goff JP, Horst RL. 2011. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *Veterinary Journal* **188**: 122–124.

Rees GM, Barrett DC, Boocock J, Dickinson M, Johnson C, Mitchell T, Reyher KK. 2015. Surgical management of left displaced abomasum in dairy cattle: a critically appraised topic (CAT). *Cattle Practice* **23**: 199–200.

Reynen JL, Kelton DF, LeBlanc SJ, Newby NC, Duffield TF. 2015. Factors associated with survival in the herd for dairy cows following surgery to correct left displaced abomasum. *Journal of Dairy Science* **98**: 3806–3813.

Ricken MH, Hamann H, Scholz H, Distl O. 2004. Genetic analysis of the prevalence of abomasal displacement and its relationship to milk output characteristics in German Holstein cows. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* **111**: 366–370.

Rohn M, Tenhagen BA, Hofmann W. 2004. Survival of dairy cows after surgery to correct abomasal displacement: 2. Association of clinical and laborator parameters with survival in cows with left abomasal displacement. *Journal of Veterinary Medicine* **51**: 300-305.

Roussel AJ, Cohen ND, Hooper RN. 2000. Abomasal displacement and volvulus in beef cattle: 19 cases (1988-1998). *Journal of the American Veterinary Medical Association* **216**: 730-733.

Roy JP, Harvey D, Bélanger AM, Buczinski S. 2008. Comparasion of 2-step laparoscopy-guided abomasopexy versus omentopexy via right flank laparotomy for the treatment of dairy cows with left displacement of the abomasum in on farm settings. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **232**: 1700-1706.

Samarütel J, Waldmann A, Ling K, Jaakson H, Kaart T, Leesmäe A, Kärt O. 2008. Relationships between luteal activity, fertility, blood metabolites and body condition score in multiparous Estonian Holstein dairy cows under different management. *The Journal of Dairy Research* **75**: 485–490.

Seeger T, Kumper H, Failing K, Doll K. 2006. Comparison of laparoscopic-guided abomasopexy versus omentopexy via right flank laparotomy for the treatment of left abomasal displacement in dairy cows. *American Journal of Veterinary Research* **67**: 472-478.

Seeger T, Doll K. 2007. Modifikationen der endoskopischen Abomasopexie beim Rind. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* **114**: 195–201.

Sexton MF, Buckley W, Ryan E. 2007. A study of 54 cases of left displacement of the abomasum: February to July 2005. *Irish Veterinary Journal* **60**: 605–609.

Shaver R. 1997. Nutritional risk factors in the etiology of left displaced abomasum in dairy cows: a review. *Journal of Dairy Science* **80**: 2449-2453.

Sickinger M. 2017. Abomasal displacement in cattle—short overview of recent research results. *Tierärztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere* **45**: 187-190.

Sickinger M, Roth J, Failing K, Wehrend A. 2018. Serum levels of neuropeptides in cows with left abomasal displacement. *Veterinary Sciences* **5**: 103.doi: 10.3390/vetsci5040103.

Simões J, Teixeira V, Silva SR, Gomes A, Ventura A. 2013. Relation ship between dietary particle size and the incidence of displaced abomasum on Holstein-Friesian dairy farms that feed diets high in maize silage. *Livestock Science* **157**: 478–481.

Simões PBA, Campbell M, Viora L, Gibbons J, Geraghty TE, Eckersall PD, Zadoks RN. 2017. Pilot study into milk haptoglobin as an indicator of udder health in heifers after calving. *Research in Veterinary Science* **116**: 83-87.

Smith DF. 1981. Treatment of left displacement of the abomasum. Part 1 Compendium on Continuing Education **3**: 415–423.

Staufenbiel R, Ahmed MM, Baumgartner W, Gelfert CC. 2007. The use biochemical and hepatic parameters to predict treatment outcome of dairy cows suffering from displacement of the abomasum. *Deutsche Tierärztliche. Wochenschrift* **114**: 225-230.

Steiner AM. 2002. Surgery of the cecum. Pages 249 - 256 in Fubini SL, Ducharme NG, editors. *Farm Animal Surgery*. W. B. Saunders Company, St. Louis.

Stengärde L, Holtenius K, Tråvén M, Hultgren J, Niskanen R, Emanuelson U. 2010. Blood profiles in dairy cows with displaced abomasum. *Journal of Dairy Science* **93**: 4691–4699.

Stengärde L, Hultgren J, Tråvén M, Holtenius K, Emanuelson U. 2012. Risk factors for displaced abomasum or ketosis in Swedish dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine* **103**: 280–286.

Sterner KF, Grymer J. 1982. Closed suturing techniques using a bar-suture correction of left displaced abomasum: a review of 100 cases. *The Bovine Practitioner* **17**: 80-84.

St-Jean GD, Hull BL, Hoffis GF. 1987. Comparison of the different surgical techniques for correction of abomasal problems. *Compendium on Continuing Education* **9**: 377-382.

Szelényi Z, Buják D, Tóth P, Horváth A, Szenci O. 2014. Tapasztalatok a bal oldali oltógyomor-helyzetváltozás álló helyzetben végzett endoszkópos megoldása során, üzemi körülmények között. (Experiences of the endoscopic operation of left displaced abomasum in standing position under field conditions; in Hungarian with English abstract). *Magyar Állatorvosok Lapja* **136**: 527-533.

Suthar VS, Canelas-Raposo J, Deniz A, Heuwieser W. 2013. Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. *Journal of Dairy Science* **96**: 2925–2938.

Syrůček J, Burdych J. 2015. Vybrané ukazatele ovlivňující efektivitu chovu dojníc. *Náš chov* **10**: 34–38.

Šterc J, Alexandrová P, Haas D, Lepková R. 2003. Laparotomie u skotu. *Veterinářství* **53**: 138–143.

Šterc J, Alexandrová P, Haas D, Lepková R. 2004. Chirurgické řešení dislokací slezu u skotu. *Veterinářství* **54**: 287-293.

Tithof PK, Rebhun WC. 1986. Complications of blind-stitch abomasopexy: 20 cases (1980-1985). *Journal of the American Veterinary Medical Association* **189**: 1489-1492.

Trent AM. 1990. Surgery of the bovine abomasum. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice* **6**: 399-448.

Trent AM. 2002. Surgery of the abomasum. Pages 196 - 240 in Fubini SL, Ducharme NG, editors. *Farm Animal Surgery*. W. B. Saunders Company, St. Louis.

Turner AS, McIlwraith CW. 1983. Gastro-intestinalchirurgie beim Rind. Pages 170-189 in Turner AS, McIlwraith CW, editors. Praxis der Grosstierchirurgie. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

Uribe HA, Kennedy BW, Martin SW, Keton DF. 1995. Genetic parameters for common health disorders of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* **78**: 421–430.

Van Saun RJ. 2016. Indicators of dairy cow transition risks: Metabolic profiling revisited. *Tierärztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere* **44**: 118–126.

Van Winden SCL, Kuiper R. 2003. Left displacement of the abomasum in dairy cattle: recent developments in epidemiological and etiological aspects. *Veterinary Research* **34**: 47–56.

Wagner AE, Muir WM, Grospitch BJ. 1990. Cardiopulmonary effects of position in conscious. *American Journal of Veterinary Research* **51**: 7–10.

Wallace CE. 1975. Left abomasal displacement, a retrospective study of 315 cases. *The Bovine Practitioner* **10**: 50–58.

Wang Y, Huo P, Sun Y, Zhang Y. 2019. Effects of body condition score changes during peripartum on the postpartum health and production performance of primiparous dairy cows. *Animals (Basel)* **9**: 1159doi: 10.3390/ani9121159.

Willenberg P, Grymer J, Hesselholt M. 1982. Left displacement of the abomasum: relationship to age and medical history. *Nordisk Veterinaermedicin* **34**: 404-411.

Wittek T, Locher LF, Alkaassem A, Constable PD. 2009. Effect of surgical correction of left displaced abomasum by means of omentopexy via right flank laparotomy, or two step laparoscopy – guided abomasopexy on postoperative abomasal emptying rate in lactating dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **234**: 652–65.

Wittek T, Fürll M, Grosche A. 2012. Peritoneal inflammatory response to surgical correction of left displaced abomasum using different techniques. *The Veterinary Record* **171**: 594 doi: 10.1136/vr.101107.

Whitaker DA. 2004. Metabolic profiles. Pages 804-818 in Andrews AH, Blowey RW, Boyd H, Eddy RG, editors. *Bovine Medicine. Diseases and Husbandry of Cattle*. 2nd edition. Blackwell Publishing Company, Iowa.

Zadnik T. 2003. A comparative study of the hematological-biochemical parameters between clinically healthy cows and cows with displacement of the abomasum. *Acta Veterinaria, Beograd* **53**: 297-309.

Zadnik T, Lombar R. 2011. Our experience with left-sided abomasal displacement correction via the roll-and-toggle-pin suture procedure according to Grymer/Sterner model. *ISRN Veterinary Science* doi: 10.5402/2011/572842.

Zavadilová L, Němcová E, Příbyl J, Wolf J. 2005. Definition of subgroups for fixed regression in the test-day animal model for milk production of Holstein cattle in the Czech republic. *Czech Journal of Animal Science* **50**: 7–13.

Zerbin I, Lehner S, Distl O. 2015. Genetics of bovine abomasal displacement. *Veterinary Journal* **204**: 17–22.

Zwald NR, Weigel KA, Chang YM, Welper RD, Clay JS. 2004. Genetic selection for health traits using producer-recorded data II. Genetic correlations, disease probabilities, and relationships with existing traits. *Journal of Dairy Science* **87**: 4295–4302.

9. Přílohy

Přijatá publikace autorského kolektivu Haloun et al. 2020

VETERINÁRNÍ A FARMACEUTICKÁ UNIVERZITA BRNO

Redakce Acta Veterinaria Brno

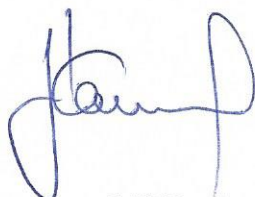
telefon + 420 541 562 791, +420 541 562 306 • www.actavet.vfu.cz • e-mail actavet@vfu.cz

Brno, June 29, 2020

Dear Mr. Tomáš Haloun,

we are pleased to inform you that on June 22, 2020 the Editorial Board of the scientific journal Acta Veterinaria Brno approved your manuscript ID 030/2020-ACTA entitled „**Comparison of laparotomic omentopexy vs. laparoscopic abomasopexy treatment of dairy cows left displaced abomasum (LDA) under field conditions: Biochemical analysis**“ for publication in vol. 89, 2020, issue No.3.

With best regards,



Doc. MVDr. Josef Kameník, CSc., MBA
Editor – in - Chief

1 **Comparison of laparotomic omentopexy vs. laparoscopic abomasopexy treatment of**
2 **dairy cows left displaced abomasum (LDA) under field conditions: Biochemical analysis**

3
4 **Tomáš Haloun¹, Radko Rajmon¹, Dalibor Řehák², Helena Hartlová¹, Zuzana Ptáčková¹,**
5 **Jaroslav Marek³, Petra Folková¹, Petr Slavík¹, Jan Šterc⁴**

6
7 *¹Department of Veterinary Sciences, Faculty of Agrobiological, Food and Natural Resources,*
8 *Czech University of Life Sciences Prague, Prague, Czech Republic*

9 *²Department of Biometric Unit, Institute of Animal Science, Prague - Uhřetěves, Czech*
10 *Republic*

11 *³Department of Mathematics and Physics, University of Pardubice, Pardubice, Czech*
12 *Republic*

13 *⁴ORTHOVET s.r.o., private veterinary practice, Moravany, Czech Republic*

14
15 *Corresponding author: MVDr. Jan Šterc, PhD., stercj@seznam.cz*
16
17

18 **Abstract:**

19 The objective of this retrospective study was to compare effect of the two methods
20 (laparoscopic or laparotomic) of LDA (left displaced abomasum) correction under field
21 conditions by means of survival rate and biochemical profile evaluation. Holstein cows from
22 one farm with LDA during a 20-month period were included in the study. Cows underwent
23 laparoscopic abomasopexy (Janowitz's method, LS) or a laparotomic right flank omentopexy
24 (Dirksen's method, LT). Blood samples for biochemical analysis were taken just prior to
25 surgery (D1) and on the days 10 (D10) and 30 (D30) following surgery. Blood profiles of
26 healthy cows identified from the farm's routine transition cow monitoring program were used
27 as control (C). Aiming to minimize disruptive effects of quite a long period of data collection,
28 biochemical profile of cows was evaluated in three orthogonal comparisons: LS cows vs.
29 control group, LT cows vs. control group and LS cows vs. LT cows. The rate of animal
30 survival was similar at both the methods (losses until 30 days after treatment of about 11%).
31 Most of the blood parameters from LS and LT groups were comparable in all three sampling
32 terms indicating continual organism recovery. At D10 the difference of higher cholesterol
33 concentration and lower haptoglobin concentration were favourable for LS group ($P < 0.05$).
34 Total protein, calcium, magnesium and albumin showed more positive dynamics in the LS

35 group too. This proves previous laboratory and clinical indices of expediency of LDA
36 laparoscopy treatment under field conditions.

37 **Keywords: abomasal displacement, cattle, laparotomy, laparoscopy, recovery, surgery**

38
39 **Acknowledgement:** We would like to thank to Robert J. Van Saun for his valuable
40 suggestions and - together with Jiri Davidek - for the help with language revisions.

41
42 **Funding acknowledgement statement:** Supported by “S” grant of Ministry of Education
43 Youth and Sports of the Czech Republic and by the project of the National Agency for
44 Agricultural Research, Czech Republic, QK1910242.

45 46 **INTRODUCTION**

47 Left displaced abomasum (LDA) is considered as an important production disease of high
48 producing dairy cows primarily related to the periparturient period - a challenging time when
49 cows underwent changes in their metabolism and are more susceptible to many diseases
50 (Markusfeld 1986; Pistkova et al. 2019). Reported prevalence of LDA is approximately 2%
51 on well-managed farms (Sickinger 2017).

52 Left displaced abomasum disrupts passage of digesta with continuing excretion of
53 hydrochloric acid. This scenario has a negative impact to acid-base and ion balance,
54 dehydration and total nutritional balance of cow. Affected animals can suffer from
55 hypokalemia, hyponatremia and hypochloremia together with metabolic alkalosis.
56 Dehydration and hemoconcentration are identified. At the same time catabolic processes
57 occur manifested by high blood urea concentration as a final product of protein catabolism, as
58 well as by hypoproteinemia and hypoalbuminemia which sometimes reflect protein synthesis
59 depression too (Delgado-Lecaroz et al. 2000; Constable et al.2013). Indices of liver
60 dysfunction as well as those of negative energy balance (NEB) are documented in affected
61 cows (Whitaker, 2004,). Increase of haptoglobin cows with LDA indicate inflammation
62 processes (Simões et al.2017). Contemporarily, NEB, namely higher beta hydroxybutyrate
63 (BHB) concentration, is considered as an important predisposing factor of LDA (LeBlanc et
64 al. 2005). Another predisposing factor is hypocalcemia (Neves et al. 2018).

65 Surgery is a well-documented mode of LDA correction (Niehaus 2016). Right flank
66 laparotomic omentopexy (Dirksen 1967) is a commonly used method. A disadvantage of the
67 method is substantial invasion into organism. Laparoscopic methods are generally less
68 invasive and painful (Newman 2009). Among them, ventral abomasopexy according to

69 Janowitz (1998) is the most common approach of laparoscopic LDA correction under field
70 conditions.

71 Limited numbers of studies compared effectiveness of laparoscopic ventral abomasopexy
72 with laparotomic right flank omentopexy according to Dirksen. Wittek et al. (2009)
73 mentioned improved recovery of rumen and abomasum motility and quicker return of milk
74 production, although these results were only numerically but not statistically different. In the
75 study focused on indicators of peritoneal inflammation (Wittek et al. 2012), laparoscopy was
76 evaluated as a favourable method. Seeger et al. (2006) in a university clinic study found
77 significant differences in normalization of bilirubin concentration and glutamate
78 dehydrogenase (GDH) activity more favourable for animals after laparoscopic surgery. In
79 contrast, Roy et al. (2008) did not find any significant differences in all parameters monitored
80 in their field study.

81 The study objective was to verify by means of biochemical profile assessment that
82 laparoscopic abomasopexy or laparotomic omentopexy procedures for LDA correction had
83 similar cow recovery success under field conditions.

84

85 **MATERIAL AND METHODS**

86 The study was performed as a retrospective data analysis of herd and vet records from a farm
87 of 1000 high producing Holstein cows with averaging 11,500 kg milk production. Processed
88 data come from the period of 20 months during which both methods of LDA surgery –
89 laparotomic omentopexy (LT; Dirksen 1967) and ventral laparoscopic abomasopexy (LS;
90 Janowitz 1998) – were performed.

91 **Animals**

92 Cows indicated for LDA surgery with no other intercurrent disease were randomly assigned to
93 LT or LS group. Nine cows ranging from first to fourth lactation were subjected to
94 laparotomic omentopexy surgery. The LDA was diagnosed on day 1 to day 22 after
95 parturition. Laparoscopic abomasopexy method was used in 44 cows ranging from first to
96 sixth lactation. The LDA was diagnosed on day 4 to day 48 after parturition. Blood samples
97 for biochemical analyses were taken on the day of surgery (D1) and day 10 (D10) and 30
98 (D30) after surgery to monitor recovery. A group of 26 cows that were closest to age and
99 DIM (day in milk) of experimental cows and evaluated to not have an LDA or other
100 significant health concern were selected as controls (C) and their data from the herd's
101 transition cow monitoring program were used.

102 **Biochemical analysis**

103 For this study biochemical parameters of harvested serum were used. Fluid colorimetry
104 (analyser Erba Lachema XL200) with the use of commercial kits (Erba Lachema, s. r. o.,
105 Brno, CZ) were used for analysis non-esterified fatty acids (NEFA), triacylglycerols (TAG),
106 cholesterol (CHOL), total protein (TP), albumin (ALB), urea (UREA), gamma-glutamyl
107 transferase (GGT), aspartate aminotransferase (AST), alkaline phosphatase (ALP),
108 phosphorus (P), calcium (Ca) and magnesium (Mg). Electrolytes, sodium (Na), potassium (K)
109 and chlorine (Cl), were analysed by ionic selective electrodes on the same analyser.
110 Haptoglobin (HAPT) was analysed by commercial kit (Haptoglobin Bovine, Tridelta
111 Development, Ireland), beta-hydroxybutyrate (BHB) was analysed by commercial kit
112 (RANDOX NEFA, RANDOX RANBUT, Laboratories Ltd., UK) and glucose (GLU) was
113 analysed by commercial kit (GLUL 500 S, PLIVA – Lachema diagnostika s. r. o., Brno, CZ).
114 As reference limits of individual biochemical parameters data by Pechova et al. (2009) were
115 used.

116

117 **Statistical analysis**

118 For basic surgical outcome analysis chi-squared test with P value < 0.05 was used.
119 Because of the relative long period of data collecting (20 months), data on the biochemical
120 parameters were evaluated under three partial comparisons, comparing always animals of the
121 same period of sample collection: laparoscopy operated cows vs. control group (LS x C),
122 laparotomy operated cows vs. control group (LT x C) and laparoscopy operated cows vs.
123 laparotomy operated cows (LS x LT). 37 animals were included in LS x C analysis (LS – 12,
124 C – 25). 13 animals were included in LT x C analysis (LT – 5, C - 8). 17 animals were
125 included in LS x LT analysis (LS – 11, LT – 6).

126 Data underwent exploratory data analysis focusing on detecting outliers and verifying the
127 normality of distribution of all dependent variables. The data that were not normally
128 distributed (NEMK, BHB, TAG, CHOL, UREA, GMT, AST, ALP, K, P, HAPT) were
129 transformed by natural logarithms. Data were evaluated by mixed linear model with repeated
130 measures procedure MIXED (version 9.3; SAS Institute Inc., Cary, NC). Parameters were
131 estimated by the REML method. The model was structured to determine the period effect and
132 combined effect of group (LS, LT, C) and day after surgery. Due to repeated measures within
133 each cow, random (co)variances between days after surgery were summarized by residual R
134 matrix. As alternatives, the compound symmetry, heterogeneous compound-symmetry,
135 unstructured, autoregressive of order 1 and the Toeplitz covariance structures were compared.
136 The compound-symmetry (GLU, NEMK, TAG, CHOL, TP, ALB, UREA, GMT Cl, P, Ca)

137 and heterogeneous compound-symmetry (Na, K, Mg, BHBlog, ASTlog, ALPlog, HAPTlog)
138 structures were found to be the most appropriate in accordance with Akaike's Information
139 Criterion and the Schwartz Bayesian Criterion (Littell et al. 2000). The least square means
140 were calculated, and multiple comparisons were made in simple-effect slices, with *P* values
141 adjusted using Tukey's procedure. The LSM of transformed variables and their confident
142 limits ($\alpha = 0.05$) were retransformed to original scale.

143

144

145

146 **RESULTS**

147 In the LS cow group 5 cows died within 30 days after surgery, 5 animals were culled before
148 finishing a 305-d lactation and 37 cows finished a 305-d lactation. One LT cow died, and 8
149 cows finished a 305-d lactation. There was no significant difference in these losses by surgical
150 procedure.

151 Results of serum biochemical analyses of cows that underwent laparoscopy (LS group) and
152 results of a related control group are shown in Table 1. Results of serum biochemical analyses
153 of cows that underwent laparotomy (LT group) compared to the control group are shown in
154 Table 2. A comparison of serum parameters values between LS and LT groups are shown in
155 Table 3. Parameters without any significance (effect of group or time course) in a particular
156 analysis are not shown.

157

158 **DISCUSSION**

159 The rate of basic surgical intervention outcome was similar at both the methods verified. The
160 loss of about 11 % is also comparable to published papers (Seeger et al. 2006; Roy et al.
161 2008).

162 Biochemical profile indicates metabolic changes typical for LDA but also a metabolic
163 overload typical for transition period on background: At D1 evidence of NEB in conjunction
164 with lipomobilization was obvious both for LT and LS cows with elevated NEFA, BHB
165 concentrations above limits (>0.35 mmol/l, >1.0 mmol/l, resp.) and low CHOL concentration
166 (limits 2.6 – 5.2 mmol/l). Cows with BHB concentrations higher than 1.0 mmol/l are in higher
167 risk of health issues or decreased milk productivity (Whitaker 2004). Evaluation of LS and C
168 cows shows also significant increase of TAG level in sick cows (limits 0.17 – 0.51 mmol/l).
169 This one-off finding is probably related to higher NEFA values of sick animals from this

170 selected dataset (LSM = 1.15 mmol/l), as TAG are synthesized in the liver from circulated
171 NEFA (Illek et al. 2011).

172 These biochemical changes are considered not only as a consequence of LDA but also as a
173 risk factor for LDA in high producing cows after calving (Van Winden and Kuiper 2003;
174 LeBlanc et al. 2005). Concentrations of NEFA, BHB and CHOL indicated that C cows also
175 underwent NEB, although not as severe as LDA cows. For this reason, at D30 - i.e., one
176 month from the operation and a month later from calving - blood serum values returned to
177 normal ones not only at LDA groups but at C groups as well. However, the mean values of
178 BHB at D30 are generally close to upper limit and this reflects ongoing NEB of many cows at
179 this period. Because these cows are 30-70 DIM, we consider this as a normal situation
180 (Whitaker 2004; Pechova et al. 2009).

181 Lipomobilization effect and starvation in dairy cows are associated with higher load and
182 decrease of synthetic activity of liver parenchyma (Staufenbiel et al. 2007). This was reflected
183 by high AST activity or by low values of TP, ALB and UREA. Comparison of LS and LT
184 group cows (Table 3) at D10 showed that there is a certain delay of negative effect of LDA on
185 UREA concentrations of both groups and also on ALB value (this at LT group only).

186 Hypocalcemia as an important predisposing factor is often diagnosed in cows with LDA
187 (Neves et al. 2018). Our dataset indicates both cows with LDA and cows in control group
188 suffered from subclinical hypocalcemia (Ca limits: 1.6 – 2.25 mmol/l). After surgical
189 correction Ca concentrations returned to normal values.

190 Lower than normal concentrations were also observed for other ions, namely Na, Cl, K and
191 Mg while comparable values were found in LDA groups and control group. Occasional
192 significant changes in time (Mg increase or Na decrease) were not related to LDA.
193 Hypokalemia was found only in LT group in LT x C analysis. Electrolytes Na, K, and Cl are
194 considered as indicators of disease severity. Higher concentration of Na and K are presented
195 in animals with doubtful or poor prognosis. Hypokalemia is considered as a consequence of
196 retaining K in digestive system (Rohn et al. 2004).

197 A common finding in LDA groups was highly significant increase of HAPT at D1 in
198 comparison to control group and its decrease in time. Haptoglobin is one of the acute phase
199 proteins considered as an important indicator of inflammation in the organism (Simões et al.
200 2017).

201 Direct comparison of animals treated with the method of LS and those with the LT revealed
202 most of the blood parameters from LS and LT groups comparable in all three sampling terms,
203 but at D10 the difference of higher CHOL concentration and lower HAPT concentration were

204 favourable for LS group. There was also a quicker normalization of other parameters in LS
205 group; TP, Ca, Mg. And ALB showed even a significant decrease at D10 in LT group (not in
206 the LS group). These findings agree with Wittek et al. (2009), who documented a more rapid
207 normalization of abomasum and rumen motility after laparoscopy with the paper Wittek et
208 al. (2012), where the same team - based on indicators of peritoneal inflammation- evaluated
209 laparoscopy as probably less stressful and more favourable method. Also, Seeger et al. (2006)
210 found significant differences in normalization of bilirubin level and activity of GDH favorable
211 for animals with laparoscopic surgery. Nevertheless, all these studies were conducted under
212 clinical or even laboratory conditions. Contrary to them, study Roy et al. (2008) under field
213 condition did not find any significant differences in any tested parameters.

214

215 **Conclusion**

216 In our study we showed that although the changes in biochemical profile related to the cow
217 recovery from LDA were predominant, their dynamics were more favourable for laparoscopic
218 correction of LDA (Janowitz's method) compared to laparotomy (Dirksen's method). It proves
219 previous laboratory and clinical indices of expediency of LDA laparoscopic treatment under
220 field conditions.

221

222 **References**

- 223 Constable P, Grunberg W, Staufenbiel R, Stampfli HR 2013: Clinicopathologic variables
224 associated with hypokalemia in lactating dairy cows with abomasal displacement or volvulus.
225 J Am Vet Med Assoc **242**: 826–835
- 226 Delgado-Lecaroz R, Warnick LD, Guard CL, Smith MC, Barry DA 2000: Cross-sectional
227 study of the association of abomasal displacement or volvulus with serum electrolyte and
228 mineral concentrations in dairy cows. Can Vet J **41**: 301–305
- 229 Dirksen G 1967: Present state of diagnosis, treatment and prophylaxis of left displacement of
230 bovine abomasum (in German). Dtsch tierärztl Wochenschr **74**: 625–633
- 231 Illek J, Kumprechtova D, Kudrna V 2011: Metabolic disorders of dairy cows in the
232 peripartum period with respect to changes in body condition. 6th European Congress of
233 Bovine Health Management, 7 - 9 September 2011, Liege, Belgium p. 1087
- 234 Janowitz H 1998: Laparoscopic reposition and fixation of the left displaced abomasum (in
235 German). Tierärztl Prax **26**: 308–313

236 LeBlanc SJ, Leslie KE, Duffield TF 2005: Metabolic predictors of displaced abomasum in
237 dairy cattle. *J Dairy Sci* **88**: 159–170

238 Littell RC, Pendergast J, Natarajan R 2000: Modelling covariance structure in the analysis of
239 repeated measures data. *Statistics in Medicine* **19**: 1793–1819

240 Markusfeld O 1986: The Association of displaced abomasums with various periparturient
241 factors in dairy cows. A retrospective study. *Prev Vet Med A* **19**: 172-183

242 Neves RC, Leno BM, Curler MD, Thomas MJ, Overton, TR, Mc Art JAA. 2018: Association
243 of immediate postpartum plasma calcium concentration with early-lactation clinical diseases,
244 culling, reproduction, and milk production in Holstein cows. *J Dairy Sci* **101**: 547-555

245 Newman KD 2009: Laparoscopy in large animal surgery. In: Anderson DE, Rings DM (eds.).
246 *Food animal practice*, 5thedn. Elsevier, 406–413

247 Niehaus AJ 2016: Surgical management of abomasal disease. *Vet Clin North Am Food Anim*
248 *Pract* **32**: 629-644

249 Pechova A, Hofirek B, Pavlata L, Dvorak R 2009: Metabolic profile tests (in Czech). In:
250 Hofirek, B., Dvorak R, Nemecek L, Dolezel R, Pospisil Z (eds.). *Diseases of cattle (in*
251 *Czech)*. 1stedn. Noviko, 1039–1048

252 Pistkova K, Illek J, Kadek R 2019: Determination of antioxidant indices in dairy cows during
253 the periparturient period. *Acta Vet Brno* **88**: 3-9

254 Roy JP., Harvey D, Bélanger AM., Buczinski S 2008: Comparison of 2-step laparoscopy-
255 guided abomasopexy versus omentopexy via right flank laparotomy for the treatment of dairy
256 cows with left displacement of the abomasum in on farm setting. *J Am Vet Med Assoc* **232**:
257 1700–1706

258 Rohn M, Tenhagen B, Tenhagen A, Hofmann W 2004: Survival of dairy cows after surgery to
259 correct abomasal displacement: 2. Association of clinical and laboratory parameters with
260 survival in cows with left abomasal displacement. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med* **51**:
261 300–305

262 Seeger T, Kumper H, Failing K, Doll K 2006: Comparison of laparoscopic - guided
263 abomasopexy versus omentopexy via right flank laparotomy for the treatment of left
264 abomasal displacement in dairy cows. *Am J Vet Res* **67**: 472–478

265 Sickinger M 2017: Abomasal displacement in cattle – short overview of recent research
266 results. *Tierarztl Prax Ausg Grosstiere Nutztiere* **45**: 187-190

267 Simões PB., Campbell AM, Viora L, Gibbons J, Geraghty TE, Eckersall PD, Zadoks RN
268 2017: Pilot study into milk haptoglobin as an indicator of udder health in heifers after calving.
269 *Res VetSci* **116**:83–87

270 Staufenbiel R, Ahmed MM, Baumgartner W, Gelfert CC 2007: The use biochemical and
271 hepatic parameters to predict treatment outcome of dairy cows suffering from displacement of
272 the abomasum. *Dtsch Tierarztl Wochenschr* **114**: 225-30

273 Whitaker DA 2004: Metabolic Profiles. In: Andrews AH., Blowey RW, Boyd H, Eddy RG
274 (eds.). *Bovine Medicine: Diseases and Husbandry of Cattle*. 2nd edition. Blackwell Publishing
275 Company. Iowa. 804–817

276 Wittek T, Locher LF, Alkaassem A, Constable PD 2009: Effect of surgical correction of left
277 displaced abomasum by means of omentopexy via right flank laparotomy or two step
278 laparoscopy – guided abomasopexy on postoperative abomasal emptying rate in lactating
279 dairy cows. *J Am Vet Med Assoc* **234**: 652–657

280 Wittek T, Fürll M, Grosche A 2012: Peritoneal inflammatory response to surgical correction
281 of left displaced abomasum using different techniques. *Vet Rec* **171**: 594-594

282

283

Table 1.A. Biochemical profile of laparoscopy operated cows (LS) vs. control (C)

Parameter	Day	Laparoscopy		Control	
		Mean	SE	Mean	SE
Na	1	127.53 ¹	1.85	125.02	1.37
	30	119.82 ¹	2.95	121.18	2.19
Ca	1	2.05 ^a	0.07	2.25 ^a	0.05
	30	2.20	0.08	2.39	0.06

^{a, A} - mean values in the row signed with the same index significantly differ ($P < 0.05$, $P < 0.01$, resp.)

^{1, I} - mean values of the parameter in the column signed with the same index significantly differ ($P < 0.05$, $P < 0.01$, resp.)

Na-sodium, Ca-calcium

Table 1.B. Biochemical profile of laparoscopy operated cows (LS) vs. control (C)

Parameter	Day	Laparoscopy			Control		
		Mean_N	Lower_95	Upper_95	Mean_N	Lower_95	Upper_95
NEFA	1	1.15 ^{A,I}	0.74	1.77	0.36 ^{A,I}	0.26	0.49
	30	0.12 ^I	0.07	0.18	0.10 ^I	0.07	0.15
BHB	1	2.14 ^{A,I}	1.39	3.28	0.62 ^A	0.46	0.84
	30	0.63 ^I	0.47	0.84	0.69	0.55	0.87
TAG	1	0.17 ^{A,I}	0.15	0.18	0.12 ^A	0.11	0.13
	30	0.11 ^I	0.10	0.13	0.13	0.12	0.14
CHOL	1	1.63 ^{A,I}	1.26	2.10	2.50 ^{A,I}	2.07	3.01
	30	3.55 ^I	2.73	4.62	4.14 ^I	3.39	5.06
AST	1	2.72 ^{A,I}	2.13	3.46	1.45 ^{A,I}	1.22	1.73
	30	1.05 ^I	0.87	1.26	1.15 ^I	0.99	1.33
HAPT	1	1.20 ^{A,I}	0.88	1.62	0.55 ^A	0.44	0.68
	30	0.49 ^I	0.29	0.81	0.57	0.39	0.83

^{a, A} - mean values in the row signed with the same index significantly differ ($P < 0.05$, $P < 0.01$, resp.)

^{1, I} - mean values of the parameter in the column signed with the same index significantly differ ($P < 0.05$, $P < 0.01$, resp.)

NEFA-non-esterified fatty acids, BHB-beta-hydroxybutyrate, TAG-triacylglycerols, CHOL-cholesterol, AST-aspartate aminotransferase, HAPT-haptoglobin

Table 2.A. Biochemical profile of laparotomy operated cows (LT) vs. control (C)

Parameter	Day	Laparotomy		Control	
		Mean	SE	Mean	SE
TP	1	64.15 ¹	5.11	61.46 ¹	3.61
	30	79.40 ¹	5.11	70.45 ¹	3.61
K	1	3.79 ^{A,1}	0.27	4.95 ^A	0.16
	30	5.50 ¹	0.72	5.59	0.51

^{a, A} - mean values in the row signed with the same index significantly differ ($P < 0.05$, $P < 0.01$, resp.)

^{1, 1} - mean values of the parameter in the column signed with the same index significantly differ ($P < 0.05$, $P < 0.01$, resp.)

TP-total protein, K-potassium

Table 2. B. Biochemical profile of laparotomy operated cows (LT) vs. control (C)

Parameter	Day	Laparotomy			Control		
		Mean_N	Lower_95	Upper_95	Mean_N	Lower_95	Upper_95
NEFA	1	0.67 ^a	0.28	1.63	0.21 ^a	0.11	0.39
	30	0.22	0.09	0.54	0.31	0.17	0.59
BHB	1	1.70 ¹	0.69	4.16	0.72	0.38	1.35
	30	0.49 ¹	0.23	1.06	0.74	0.43	1.27
CHOL	1	1.51 ^{a,1}	1.04	2.21	2.69 ^{a,1}	2.06	3.51
	30	3.98 ¹	2.73	5.80	4.65 ¹	3.56	6.07
UREA	1	2.77	2.05	3.76	2.75 ¹	2.22	3.41
	30	3.18 ^a	2.35	4.31	5.02 ^{a,1}	4.05	6.23
GGT	1	0.27 ¹	0.18	0.40	0.28	0.21	0.37
	30	0.39 ¹	0.27	0.58	0.32	0.25	0.43
HAPT	1	1.15 ^{A,1}	0.65	2.02	0.32 ^A	0.23	0.45
	30	0.37 ¹	0.18	0.75	0.30	0.18	0.50

^{a,A} - mean values in the row signed with the same index significantly differ ($P < 0.05$, $P < 0.01$, resp.)

^{1,I} - mean values of the parameter in the column signed with the same index significantly differ ($P < 0.05$, $P < 0.01$, resp.)

NEFA- non-esterified fatty acids, BHB-beta-hydroxybutyrate, CHOL-cholesterol, UREA-urea, GGT-gamma-glutamyl transferase, HAPT-haptoglobin

Table 3. A. Biochemical profile of laparoscopy operated cows (LS) vs. laparotomy operated cows (LT)

Parameter	Day	Laparoscopy		Laparotomy	
		Mean	SE	Mean	SE
TP	1	63.80 ^{1,I}	3.61	68.00	4.71
	10	74.84 ¹	3.61	67.50	4.75
	30	80.35 ¹	3.68	73.88	4.97
ALB	1	27.69	1.33	29.62 ¹	1.73
	10	27.28	1.33	23.92 ¹	1.73
	30	28.48	1.35	26.61	1.83
Ca	1	2.02 ¹	0.07	2.15	0.09
	10	2.21 ¹	0.07	2.20	0.09
	30	2.20	0.07	2.24	0.10
Mg	1	0.67 ^{1,I}	0.08	0.65 ¹	0.09
	10	0.96 ¹	0.12	0.83	0.15
	30	1.24 ¹	0.15	1.25 ¹	0.22

^{a,A} - mean values in the row signed with the same index significantly differ ($P < 0.05$, $P < 0.01$, resp.)

^{1,I} - mean values of the parameter in the column signed with the same index significantly differ ($P < 0.05$, $P < 0.01$, resp.)

TP-total protein, ALB-albumin, Ca-calcium, Mg-magnesium

Table 3.B. Biochemical profile of laparoscopy operated cows (LS) vs. laparotomy operated cows (LT)

Parameter	Day	Laparoscopy			Laparotomy		
		Mean_N	Lower_95	Upper_95	Mean_N	Lower_95	Upper_95
NEFA	1	0.8 ^{I,1}	0.49	1.32	0.66 ^I	0.34	1.25
	10	0.2 ^I	0.12	0.33	0.25	0.13	0.48
	30	0.26 ^I	0.16	0.42	0.15 ^I	0.08	0.31
BHB	1	1.83 ^{I,1}	0.94	3.54	1.55 ^I	0.64	3.74
	10	0.41 ^I	0.25	0.68	0.44 ^I	0.23	0.87
	30	0.62 ^I	0.39	0.99	0.65	0.35	1.23
CHOL	1	1.42 ^I	1.10	1.83	1.38 ^I	0.99	1.93
	10	2.37 ^{a,I}	1.84	3.05	1.44 ^{a,II}	1.03	2.00
	30	3.83 ^I	2.95	4.96	3.25 ^{I,II}	2.30	4.60
UREA	1	4.31 ^I	3.36	5.53	4.52 ^I	3.27	6.25
	10	2.52 ^I	1.96	3.23	2.21 ^{I,1}	1.61	3.07
	30	3.29	2.56	4.23	4.04 ^I	2.86	5.70
GGT	1	0.39 ^a	0.29	0.53	0.24 ^{a,1,2}	0.16	0.36
	10	0.42	0.31	0.57	0.49 ^I	0.33	0.72
	30	0.46	0.33	0.63	0.53 ²	0.35	0.81
AST	1	3.02 ^{I,II}	2.16	4.24	2.07	1.32	3.26
	10	1.38 ^I	0.98	1.96	1.74	1.09	2.77
	30	1.17 ^{II}	0.84	1.62	1.54	1.00	2.37
ALP	1	0.78	0.61	1.00	0.62 ^I	0.46	0.84
	10	0.60	0.46	0.80	0.83	0.59	1.16
	30	0.71	0.47	1.07	1.40 ^I	0.77	2.54
HAPT	1	0.69 ^{I,1}	0.52	0.91	0.62 ^I	0.42	0.89
	10	0.33 ^{a,I}	0.25	0.43	0.50 ^a	0.35	0.70
	30	0.37 ^I	0.28	0.48	0.33 ^I	0.22	0.47

^{a,A} - mean values in the row signed with the same index significantly differ ($P < 0.05$, $P < 0.01$, resp.)

^{1,1} - mean values of the parameter in the column signed with the same index significantly differ ($P < 0.05$, $P < 0.01$, resp.)

NEFA-non-esterified fatty acids, BHB-beta-hydroxybutyrate, CHOL-cholesterol, UREA-urea, GGT-gamma-glutamyl transferase, AST-aspartate aminotransferase, ALP-alkaline phosphatase, HAPT- haptoglobin

Příloha č.1 články Marek et al. 2015; Haloun et al. 2016

Critical evaluation of seven lactation curve estimation models

Jaroslav Marek, Radko Rajmon, and Tomas Haloun

Department of Mathematics and Physics, Faculty of Electrical Engineering and Informatics, University of Pardubice,
Studentska 95, 532 10 Pardubice, Czech Republic
jaroslav.marek@upce.cz
<http://www.upce.cz/fei>

Department of Veterinary Science, Faculty of Agrobiological, Food and Natural Resources Czech University of Life Sciences Prague,
Kamycka 129, 165 21 Praha 6 - Suchbátka, Czech Republic
rajmon@af.czu.cz, tomas.haloun@email.cz
<http://www.af.czu.cz/cs>

Abstract. *A mathematical model of the lactation curve approximation provides summary information about dairy cattle production, which is useful in making management and breeding decisions and in simulating a dairy enterprise. Several nonlinear regression models have been developed during the past decades. Unfortunately, there is no unique algorithm in literature. The question of choosing the best function is brought up. We tested seven such models (Gaines, Nelder, Ning-Yang, Marek-Zelinkova, McMillan, Papajesic-Bodero, Wood) using milk yield data of more than 5 000 lactation cycles. Non-linear approximations showed high level of confidence in all models. Critical limitations of individual approaches are discussed using data of several individual cows with problematic approximations. We stress the limitations of individual – generally well-fitting – mathematical models at the level of individual animals. The best results were obtained with Wood, Nelder or Marek-Zelinkova models.*

Keywords: 305-day yield estimate, fitting of lactation curve, approximation of nonlinear function, nonlinear regression

1 Introduction

A mathematical model of the lactation curve provides summary information about dairy cattle production, which is useful in making management and breeding decisions and in simulating a dairy enterprise. Cf. [14], [15]. Generally, the objective in modelling the lactation curve is to predict the yield on each day of lactation with minimum error so as to elucidate the underlying pattern of milk production in the presence of high local variation due to the effect of the environment, see [10]. Various models have been developed and tested in the past, often with a high parameters of fitting (small residual sum of squares, large index of

determination), cf. [1], [6], [2], [7], [10], [12], [9], [16]. A different approach based on neural networks and auto-regressive model is studied in [8].

The aim of the paper is to explore the quality of the mathematical models proposed by the various authors for an approximation of the lactation curve based on the monthly performed measurements of daily yields, not only on the general evaluation of criterion of approximation but also with the respect to individual animal data.

2 Measurement

The milk yield of cows during lactation is not always the same and measurements of daily yield are often performed only once a month. Therefore the necessity to describe the dependence of milk yield and days of lactation has become apparent. Test-day data for milk production of the Holstein breed were extracted from the database of the cowshed in Záhoví.

Milk yields from monthly measurements of Holsteins cows were used to estimate model parameters, where Y_t is daily milk production on day t . The data included 76724 measurement — 2589, 2080, 1185 cycles for first, second and third and larger lactation, respectively, sampled from 2589 cows between the years 2001 and 2013.

A numerical study was performed to calculate 305-day yield estimates using models defined in the section 3. Samples of the data on the daily milk yield and the day in lactation of monthly measurements during particular lactation of a particular cow can be seen in Tab. 1 and 2. Estimates of unknown parameters were computed by method of nonlinear regression. Then the estimates of milk yield for the entire lactation cycle can be found.

Cow No/lactation	measurement of daily yields												
43539/7	41.2	42.0	39.6	35.2	26.2	30.8	30.6	28.4	23.2	20.6	23.0		
411503/1	35.6	38.9	41.5	41.3	38.0	38.4	39.6	41.4	39.5	37.5	32.0		
411896/1	37.2	45.2	44.2	37.0	39.4	37.6	38.2	34.2	34.9	24.6	-		
411905/1	25.0	42.7	31.0	35.5	35.3	34.2	34.9	33.3	30.0	26.6	23.1		
411921/1	31.3	35.7	27.1	26.6	26.9	30.6	28.0	27.4	22.9	20.0	13.7		
411572/1	52.4	50.0	43.8	51.1	49.3	45.6	50.9	45.5	44.7	39.8	42.0		
411578/1	46.0	39.1	37.1	39.6	44.1	41.6	37.1	39.0	34.2	30.1	-		
411583/1	43.6	36.1	38.7	38.5	39.5	42.1	35.1	36.0	32.3	27.4	-		
411587/1	47.6	52.2	52.4	50.0	43.4	41.0	-	-	-	-	-		
411605/1	43.8	39.4	37.3	39.6	39.9	38.8	35.8	35.2	26.9	31.2	26.0		
411898/1	40.2	33.6	39.2	37.8	36.7	32.2	27.4	29.6	25.6	-	-		

Table 1: Samples of the data on monthly measurements of the daily milk yield during particular lactation of several cows (kg)

Cow No/lactation	the order of the day in lactation										
43539/7	19	51	81	114	143	172	205	214	244	271	325
411503/1	16	40	72	102	130	166	194	226	254	283	313
411896/1	29	60	91	119	150	180	211	241	272	303	-
411905/1	17	52	76	108	138	166	202	230	262	290	319
411921/1	43	71	103	131	160	190	222	257	285	314	343
411572/1	43	67	99	129	157	193	221	253	281	310	340
411578/1	21	53	88	112	144	174	202	238	266	298	-
411583/1	28	60	95	119	151	181	209	245	273	305	-
411587/1	32	63	94	124	155	185	-	-	-	-	-
411605/1	41	76	100	132	162	190	226	254	286	314	343
411898/1	35	70	94	126	156	184	220	248	280	-	-

Table 2: Samples of the data on the day in lactation of monthly measurements during particular lactation of several cows (day in lactation)

3 The approximating function

Let x be the day of lactation and Y is the daily yield. Let $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_k)'$. Let's consider that function f model is how variable x explain variable Y .

$$Y = f(\beta, x) + \varepsilon. \tag{1}$$

Our problem actually lies in estimating the values of the parameter vector based on nonlinear regression. The procedure is described in the following section.

In literature, see [3] and [5], we can find models of for approximation of lactation curve:

$$\text{Gaines (2010)} \quad f(\beta, x) = \beta_1 e^{-\beta_2 x}, \tag{2}$$

$$\text{Nelder (1966)} \quad f(\beta, x) = \frac{x}{\beta_1 + \beta_2 x + \beta_3 x^2}, \tag{3}$$

$$\text{Wood (1967)} \quad f(\beta, x) = \beta_1 x^{\beta_2} e^{-\beta_3 x}, \tag{4}$$

$$\text{Papajesic-Bodero (1988)} \quad f(\beta, x) = \frac{\beta_1 x^{\beta_2}}{\cosh(\beta_3 x)}, \tag{5}$$

$$\text{McMillan (1970)} \quad f(\beta, x) = \beta_1 e^{-\beta_2 x} (1 - e^{-\beta_3(x-\beta_4)}), \tag{6}$$

$$\text{Ning-Yang (1983)} \quad f(\beta, x) = \beta_1 e^{\frac{-\beta_2 x}{1 - e^{-\beta_3(x-\beta_4)}}}, \tag{7}$$

$$\text{Marek-Zelinkova (2010)} \quad f(\beta, x) = \beta_1 + \frac{2\beta_2\beta_3}{(x - \beta_3)^2 + \beta_4^2}. \tag{8}$$

4 Numerical study

Estimates of unknown parameters can be computed by method of nonlinear regression. We can estimate the values of unknown parameters occurring in nonlinear function by linearization of the model and by ordinary method of least

squares. For readers who want an extensive coverage of linearization method and parameter estimation models, we refer to the books of [4], [11] and [13].

We need an appropriate initial solution, which is near to the true value of unknown parameters. In this context, linearization domains can be constructed, see [5]. However, we will present for each of the studied function a suitable initial solution and an estimate. Values in Table 3 can serve the reader for approximation of another data as initial parameters.

We counted initial estimates of unknown parameters for individual models (Table 3) on the basis of 5187 cow data. Then, we estimated the 305-d yields of individual cows using all seven models. The validity of estimates was generally high – for Nelder, and Wood function index of determination varied among 0.87. Estimates obtained for all cows from Table 1 are presented in Table 4.

Gaines	$\widehat{\beta}_0 = (45, 0.002)'$
Nelder	$\widehat{\beta}_0 = (0.09, 0.02, 0.005)'$
Wood	$\widehat{\beta}_0 = (5, 0.8, 0.02)'$
Papajestic-Bodero	$\widehat{\beta}_0 = (35, 0.06, -0.007)'$
McMillan	$\widehat{\beta}_0 = (40, 0.05, -8, 0.005)'$
Ning-Yang	$\widehat{\beta}_0 = (20, -0.3, -0.1, 0.7)'$
Marek-Zelinkova	$\widehat{\beta}_0 = (14, -1241, -333, 82)'$

Table 3: Initial estimates of unknown parameters of regression function and estimates for cow No. 43539, lactation No. 7

function	Gaines	Nelder	Wood	Papajestic	McMillan	Ning-Yang	Marek
43539/7	9760	9605	9741	9795	956	9625	9725
411503/1	11773	11707	11792	11820	11845	11748	11863
411896/1	11537	12258	11305	11393	8183	11361	11503
411905/1	9856	10234	9872	9911	-47992	9749	10008
411921/1	8607	8403	8391	8527	-INF	8235	8609
411572/1	14619	14550	14551	14626	14619	14390	14617
411578/1	11902	14084	11899	11913	11894	11958	11895
411583/1	11421	12705	11351	11394	11421	INF	11402
411587/1	13897	16104	12475	12404	12600	13382	13312
411605/1	11520	13113	11353	11483	11468	10922	11515
411898/1	10334	10392	10131	10207	10209	10070	10209

Table 4: Estimators of 305-d lactation yield

For 7th lactation cycle of cow No. 53539 are approximation by models (1-2) drawn in Figures 1. Approximation by models (1-7) are drawn in Figures 1–6.

5 Quality of modelling

Karush in 1963, cf. [8], discussed four interaction options between mathematics and empirical science:

- direct application (using without mathematical innovation, the mathematical model is considered to be an adequate picture of reality)
- invent application (inventive use: derive a new or modification of existing models)
- modelling (in situations when modeling mathematical representation is not known)
- theory construction (the creation of the theory of different degrees of abstractness)

In the third section we presented 7 different nonlinear functions for modeling of day yield over the lactation cycle. We can ask the question of which model is the best. For a chosen cow it can be the second function. But for the same cow on another lactation the fourth function will be better. In the decision process we can compare the values of the determination indexes or residual sum of squares in the proposed models. The results obtained on the data bulk might indicate very good fitting of Nelder, and Wood models. It is a question, whether the curves calculated for individual cows really fits to biologically expected situation. In our case, we are in a special situation we have seven different models available. All models — hypotheses — will be verified on data sample selected for this purpose.

The role of the test model for all alternatives is not to respond directly to a given problem, it is not in demonstrating the truth, but in calculating probability that is the basis for our decision whether the model will be accepted or rejected. In a strongly negative case, we will reject the model totally, in positive case we will accept the model. But it is important to keep in mind that other data may reject (falsify) our model. This fact makes the truth in the empirical sciences a relative concept. Cf. [3].

Mathematics does not put the truth in the hands of the experimenter. The expert shall decide, whether his hypothesis is acceptable.

The model becomes more likely not only if we verify it inductively on the largest number of cases, but in particular with its incorporation into existing theories, which will arrange their deductive confirmation.

To access the suitability of the proposed models (1)–(7) we determine the indexes of determination. See Table 5.

6 Discussion

We studied different nonlinear functions for 305-day yield approximation. The data included 5854 lactation cycles, 2589, 2080, 1185 cows in the first, second, third and larger lactation, respectively. Estimation of 5854 yields was realized from 76724 day records.

function	Gaines	Nelder	Wood	Papajezic	McMillan	Ning-Yang	Marek
43539/7	0.930	0.941	0.932	0.921	0.937	0.920	0.940
411503/1	0.291	0.693	0.729	0.750	0.737	0	0.761
411896/1	0.732	0.863	0.863	0.857	0.875	0	0.857
411905/1	0.411	0.801	0.800	0.790	0.833	0	0.755
411921/1	0.800	0.800	0.823	0.836	0.817	0.747	0.870
411572/1	0.719	0.714	0.724	0.743	0.719	0.640	0.747
411578/1	0.705	0.705	0.705	0.745	0.733	0.556	0.760
411583/1	0.741	0.728	0.756	0.796	0.741	0.496	0.830
411587/1	0.682	0.970	0.983	0.983	0.984	0.017	0.992
411605/1	0.879	0.871	0.893	0.909	0.907	0	0.917
411898/1	0.861	0.862	0.882	0.894	0.893	0.828	0.896

Table 5: Indexes of determination for studying functions and data from Table 1, and 2

We demonstrated that indexes of determination for cow No 43539 (see Fig. 1) were high in all models. However, in Fig. 1 we can see, that estimated McMillan function takes negative values on interval $(0, 15)$. This fact disqualifies this model, see also Table 5.

On the left we can see, that Papajezic function at the beginning of lactation is a convex. It does not match reality.

Always Gaines function is decreasing, but real lactation curve does not peak at the begining of the cycle.

Wood, Nelder and Marek-Zelinkova functions have the highest values of index of determination, see Tab. 3.

In the next picture — Figure 2 left we demonstrate, how Ning-Yang’s function could inappropriately deal with approximation of lactation curve of cow No. 411605 only by constant function. In Figure 2 we can see the approximation by Nelder function of lactation of cow No 411578. However, at the beginning of lactation the approximating function greatly exceeds the value of 50 and it gives a greatly deviated estimate of a 305-day yield of 14084 litres, see Tab. 5. These facts direct to disqualification of both functions.

Analysis of the yields of our dairy cows selected for testing the models and the results of Table 3 leads to the decision to apply Wood function or Nelder function for the calculation of the 305-day yield. The alternative could be a function of the Marek-Zelinkova, but it is not generally known.

7 Conclusion

Our study demonstrates that high indexes of determination do not ensure a sufficient fitting of the model from the biological point of view. If we want to use the model for estimation of the situation at any day of lactation it is important – evaluating the individual model quality - to take into account also this aspect. On the basis of our experience, the best results were obtained with Wood, Nelder or Marek-Zelinkova models.

8 Acknowledgements

We thank Zdenek Kovar from Zahori for his support and data preparation.

References

1. Golebiewski, M., Brzozowski, P., Golebiewski, L.: Analysis of lactation curves, milk constituents, somatic cell count and urea in milk of cows by the mathematical model of Wood. *Acta Veterinaria Brno*, 73–80 (2011)
2. Leon-Velarde, C. U., McMillan, I., Gentry, R. D., Wilton, J. W.: Models for estimating typical lactation curves in dairy cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 112, 1995, 333–340 (1995)
3. Karush, W.: On the use of mathematics in behavioral reseach. V. Garvin (ed.), *Natural language and the computer*. New York : McGraw-Hill, 67–83 (1963)
4. Kubacek, L., Kubackova, L., Volaufova, J.: *Statistical models with linear structures*. Veda, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava (1995)
5. Kubacek, L. 1995. On a linearization of regression models. *Applications of Mathematics* (1) 40, 61–78 (1995)
6. Gradiz, L., Alvarado, L., Kahi, A.K., Hirooka, H.: Fit of Wood's function to daily milk records and estimation of environmental and additive and non-additive genetic effects on lactation curve and lactation parameters of crossbred dual purpose cattle. *Livestock Science* 124, 321–329 (2009)
7. Mellado, J., Sepulveda, E., Garcia, J.E., Rodriguez, A., De Santiago, A., Veliz, F.G., Mellado, M.: Milk Yield of Holstein Cows Induced into Lactation Twice Consecutively and Lactation Curve Models Fitted to Artificial Lactations. *Journal of Integrative Agriculture* 13(6), 1349–1354 (2014)
8. Murphy, M. D., O'Mahony, M. J., Shalloo, L., French, P. and Upton, J.: Comparison of modeling techniques for milk-production forecasting. *J. Dairy Sci.* 97, 3352–3363 (2014)
9. Silvestre, A. M., Martins, A.M., Santos, V.A., Ginja, M.M., Colaco, J.A.: Lactation curves for milk, fat and protein in dairy cows: A full approach. *Livestock Science* 122, 308–313 (2009)
10. Olori, V.E., Brotherstone, S., Hill, W.G., McGuirk, B.J.: Fit of standard models of the lactation curve to weekly records of milk production of cows in a single herd. *Livestock Production Science* 58, 55–63 (1999).
11. Rao, C. R.: *Linear Statistical Inference and Its Applications*. J. Wiley, New York, second edition. (1973)
12. Rekika, B., Garaa, A. B., Hamoudaa, M.B., Hammami, H.: Fitting lactation curves of dairy cattle in different types of herds in Tunisia. *Livestock Production Science* 83, 309–315 (2003)
13. Seber, G. A. F., Wild, C. J.: *Nonlinear Regression*. J. Wiley & Sons, New Jersey (2003)
14. Zavadilova, L., Jamrozik, J., Schaeffer L.R.: Genetic parameters for test-day model with random regressions for production traits of Czech Holstein cattle. *Czech J. Anim. Sci.* 50 (4), 142–154 (2005)
15. Zavadilova, L., Nemcova, E., Pribyl, J., Wolf, J.: Definition of subgroups for fixed regression in the test-day animal model for milk production of Holstein cattle in the Czech Republic. *Czech J. Anim. Sci.* 50 (1), 7–13 (2005)
16. Zelinkova, G., Marek, J.: Dependence of milk yield, fat: protein ratio and somatic cell counts. *Proceedings of XI. Middle-European Buiatrics Congress*. Brno (2010)

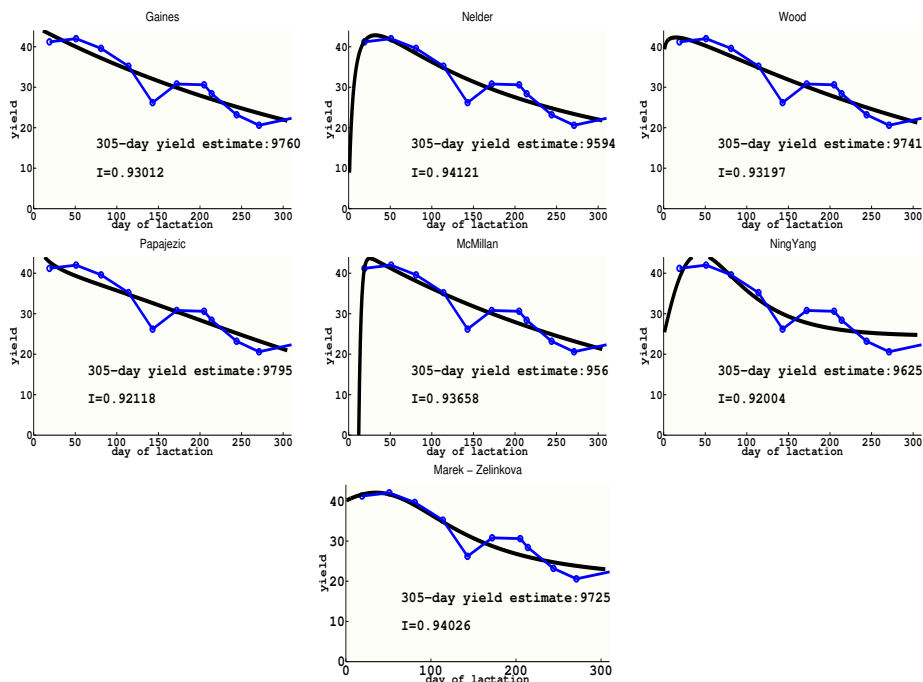


Fig 1. Cow No 43539, 7th lactation

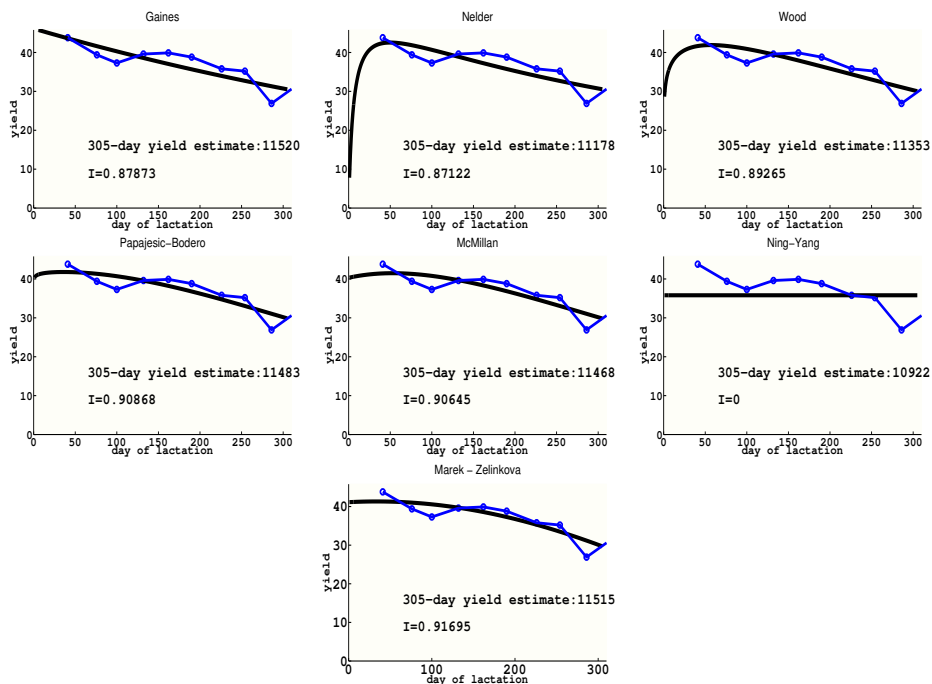


Fig 2. Cow No 411605, 1st lactation

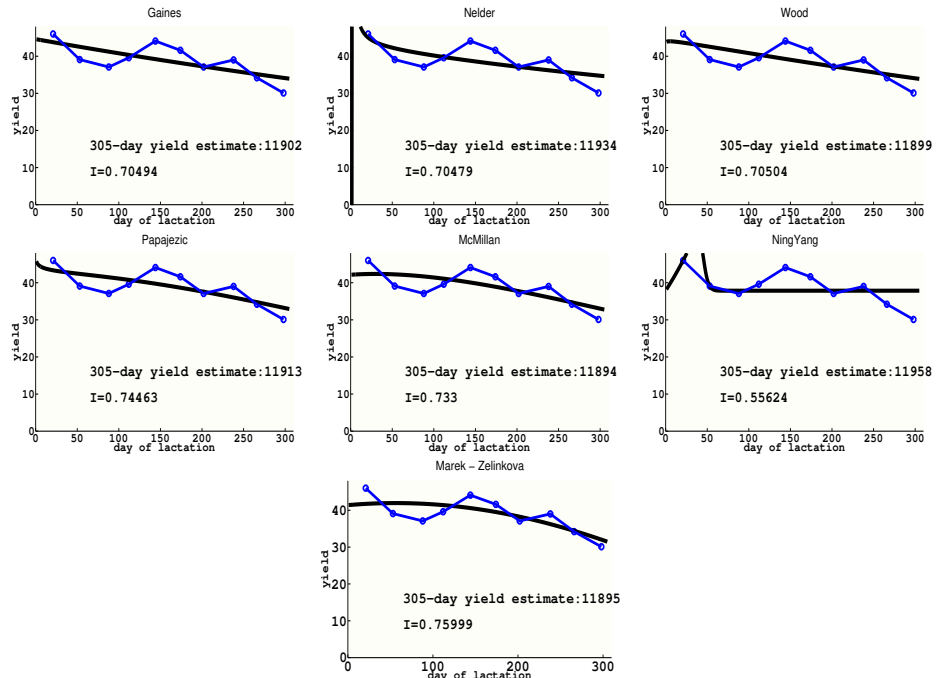


Fig 3. Cow No 411578, 1st lactation

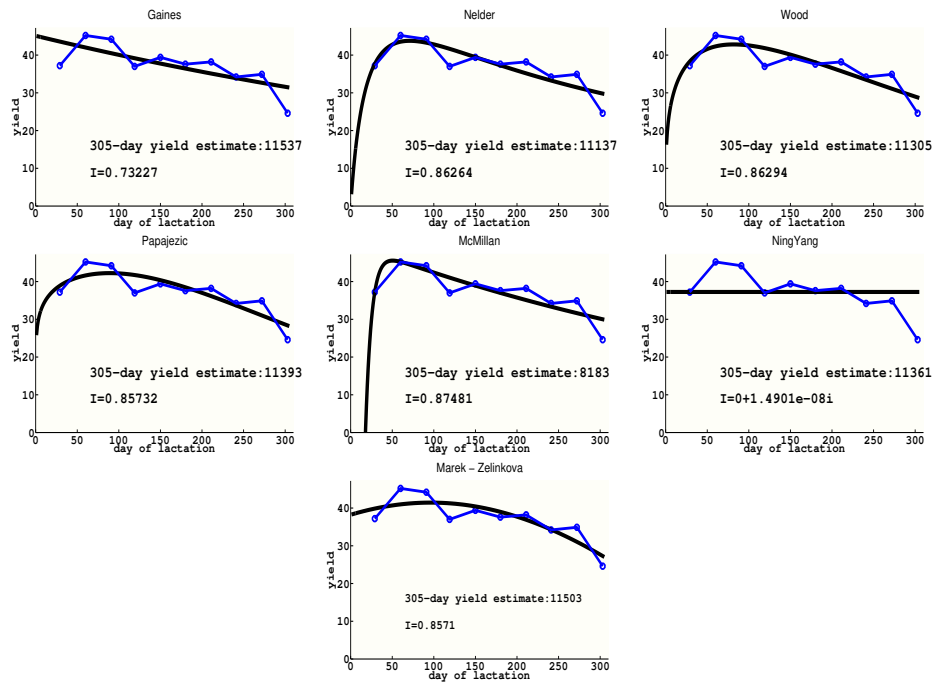


Fig 4. Cow No 411896, 1st lactation

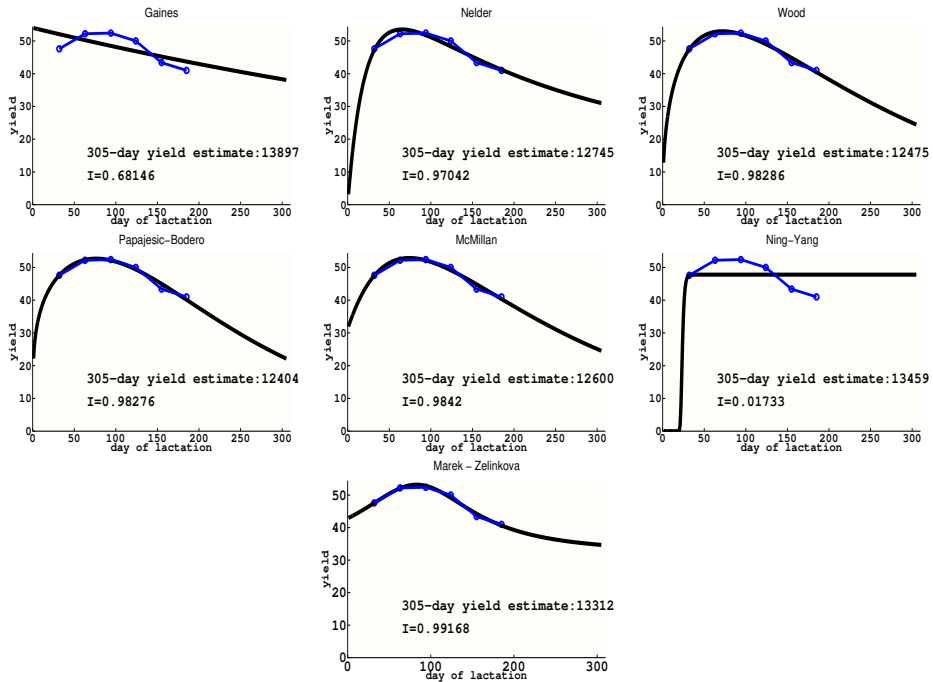


Fig 5. Cow No 411587, 1st lactation

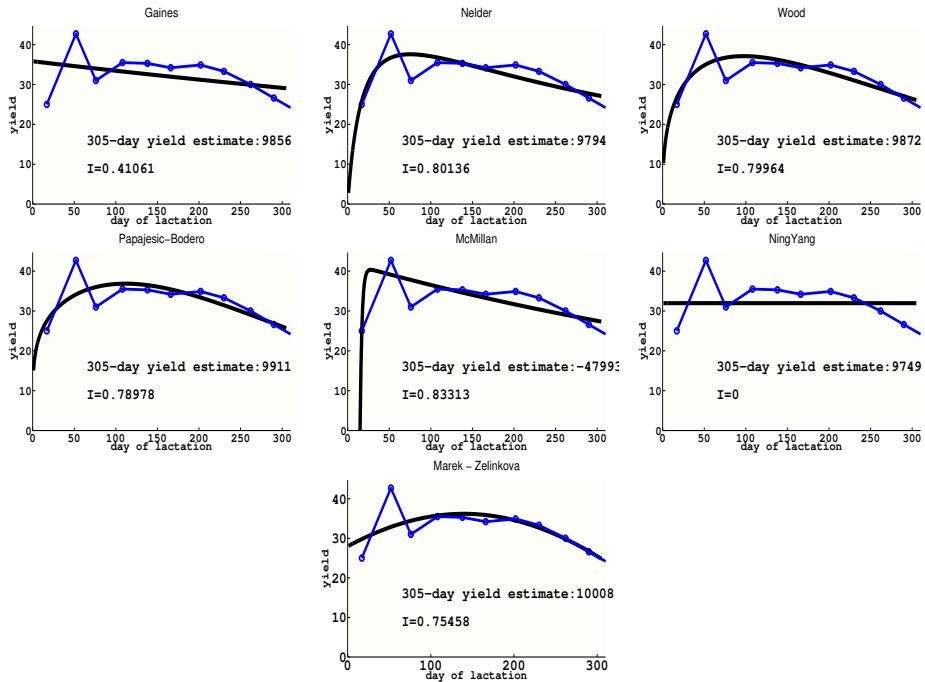


Fig 6. Cow No 411905, 1st lactation

Analysis in a time series of milk-yield production

Tomas Haloun¹, Jaroslav Marek², Radko Rajmon³, Martina Kršíková⁴

Abstract. Monitoring of milk yield is used as a tool for the operative management of individual cows as well as management at the herd level. Nevertheless, sometimes a general knowledge of the significance of a particular problem is not sufficient for appropriate managerial decisions and a need arises to weigh up the impact of particular disorder on a particular herd. Then it is necessary to evaluate animal data from a longer period, different lactation order etc. The aim of the introduced research is to present methods for comparing the milk yield of cows in different epochs. The data from selected Holstein dairy herds in the Czech Republic from an 8-year period was used as a model. Several statistical hypotheses (zero trend, absence of seasonal variation) were being tested. The results indicated a requirement to consider the relationship between labour date and milk production. Our statistical analysis enabled us to draw up a table of milk-yield indices showing the average changes in 305-day yield values among lactations and years.

Keywords: Statistical analysis of milk production, Wood function, Nonlinear regression, Estimates of unknown parameters, time series.

JEL classification: C13

AMS classification: 62J02, 62M10

1 The introduction

Milk yield has a substantial impact on the economic profitability of dairy farms. Therefore a great deal of attention is paid to the analysis of this indicator as well as the factors which influence milk production. There exists a host of models which evaluate the effects such as the success of genetic improvement, increasing quality of care, better feed composition and seasonal effect milk production at population level, cf. [6]. At farm level the milk production is influenced by factors which impact the whole herd but at the same time there are factors which affect individual animals. In order to make managerial decisions, it can be desirable to assess the yield of individual cows in the context of the herd at a concrete farm, which means working with seriously limited data volumes and different models. The basis for yield evaluation is modelling of a 305-day yield. Using a mathematical model for the description of the lactation curve leads to the need for finding a suitable regression function for fitting of measurements of daily yield, which are performed mostly only once a month. Several methods for approximation of a standard 305-day lactation cycle have already been proposed. Many studies have focused on modelling the 305-day yield. Cf. [2], [1], [3]. The Wood function is the most preferred method for solution of this nonlinear regression problem. See [5].

To evaluate phenomena observed in the long term, which have an individual impact and occur less frequently, it is desirable to standardize the estimated 305-day yields. A timeline may be convenient to capture correctly trend, seasonal, and cyclic components. The existence of these components needs to be tested at a chosen level of significance with suitable statistical tests. Subsequently, the productivity can be stripped off substantial factors. The main goal of this paper is to propose a suitable solution to the issue of yield correction in selected animals, which will make comparisons possible in the long term.

¹Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Agrobiolgy, Food and Natural Resources, Department of Veterinary Science, Kamycka 129, 165 21 Praha 6, Suchdol, Czech Republic, tomas.haloun@email.cz

²University of Pardubice, Faculty of Electrical Engineering and Informatics, Department of Mathematics and Physics, 532 10 Pardubice, Czech Republic, jaroslav.marek@upce.cz

³Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Agrobiolgy, Food and Natural Resources, Department of Veterinary Science, Kamycka 129, 165 21 Praha 6, Suchdol, Czech Republic, rajmon@af.czu.cz

⁴University of Pardubice, Faculty of Electrical Engineering and Informatics, Department of Mathematics and Physics, 532 10 Pardubice, Czech Republic, st32357@student.upce.cz

1.1 Measurements

The data was obtained from the company ZD Zahori register of two farms. All recordings for all 3737 animals registered between the years 2001 and 2013 were exported. The data included 76724 measurements 2803, 1928, 1232, 1531 cycles for first, second, third, four and larger lactation, respectively. The data were exported directly from the register with subsequent attributes: Cow id, cowshed stall number, date of cows birth, day of cows disposal, date of labour, order of lactation, date of the control day, daily milk yield on the control day [in kilogram], protein content [in kilogram], number of somatic cells (Tab. 1).

43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	07.12.2004	6	25.01.06	11.40	3.92	3.65	240.00
43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	04.03.2006	7	23.03.06	41.20	4.52	3.40	28.00
43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	04.03.2006	7	24.04.06	42.00	3.34	3.08	237.00
43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	04.03.2006	7	24.05.06	39.60	3.35	3.14	67.00
43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	04.03.2006	7	26.06.06	35.20	4.07	2.83	183.00
43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	04.03.2006	7	25.07.06	26.20	3.74	3.11	391.00
43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	04.03.2006	7	23.08.06	30.80	3.53	3.17	327.00
43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	04.03.2006	7	25.09.06	30.60	3.00	3.07	115.00
43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	04.03.2006	7	24.10.06	28.40	2.80	3.39	44.00
43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	04.03.2006	7	23.11.06	23.20	3.19	3.43	102.00
43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	04.03.2006	7	20.12.06	20.60	5.13	3.74	637.00
43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	04.03.2006	7	23.01.07	23.00	4.31	3.60	313.00
43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	04.03.2006	7	22.02.07	22.40	4.32	3.58	311.00
43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	04.03.2006	7	26.03.07	20.40	4.27	3.43	531.00
43539	265	1	20.11.1997	14.05.2007	04.03.2006	7	23.04.07	19.00	4.89	3.74	546.00
43542	265	1	28.11.1997	20.03.2002	26.01.2000	1	23.02.00	20.40	5.69	3.25	34.00

Table 1 Samples of the data on monthly measurements of the daily milk yield of several cows

1.2 Estimation of lactation curve by Wood function

Several mathematical models for 305-day yield are at our disposal. For detail see [2], [1], [3]. The results in [3] indicated very good properties of Wood models. Estimation of this model will be described now. Let x be the day of lactation and Y is the daily yield. Let's consider that function f models how variable x explain variable Y . Wood model for estimating of 305-day yield is given by function

$$f(\boldsymbol{\beta}, x) = \beta_1 x^{\beta_2} e^{-\beta_3 x}. \quad (1)$$

With nonlinear regression we expect that $\mathbf{Y} - \mathbf{Y}_0$ has distribution with mean value $X\boldsymbol{\beta}$, and covariance matrix where \mathbf{Y} is vector of measured daily yields, $\mathbf{Y}_0 = f(\boldsymbol{\beta}_0; x)$, $\boldsymbol{\beta}_0$ is a suitable initial vector of unknown parameters. Ordinary squares estimate of unknown vector parameter is given by formula

$$\delta\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'(\mathbf{Y} - \mathbf{Y}_0)', \quad (2)$$

where \mathbf{X} is matrix of first partial derivatives of Wood function. Dimension of the matrix is $n \times 3$. After determining the partial derivatives of Wood function our matrix \mathbf{X} has a form:

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_1^{\beta_2} e^{-\beta_3 x_1}, & \beta_1 x_1^{\beta_2} e^{-\beta_3 x_1} \log(x_1), & -\beta_1 x_1^{\beta_2+1} e^{-\beta_3 x_1} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_n^{\beta_2} e^{-\beta_3 x_n}, & \beta_1 x_n^{\beta_2} e^{-\beta_3 x_n} \log(x_n), & -\beta_1 x_n^{\beta_2+1} e^{-\beta_3 x_n} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Estimation of unknown parameters is determined by adding up the initial solution and correction given in formula (2):

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = \boldsymbol{\beta}_0 + \delta\hat{\boldsymbol{\beta}}. \quad (4)$$

In nonlinear regression for functions with large Bates & Watts curvature and a small area of linearization a correction of the initial solution is given by relationship

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = \boldsymbol{\beta}_0 + \alpha\delta\hat{\boldsymbol{\beta}}. \quad (5)$$

In process of numerical calculations we can choose equidistant step eg. $s = 1/1000$. So we will get values $\alpha_i = i/1000$, $i = 1, \dots, n$. In the cycle 1000 estimates of unknown parameters is obtained. An

estimate with the smallest value of criterion for estimation of regression line

$$S_e = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (6)$$

is considered as most satisfactory.

1.3 Example of approximation

This section will give a detailed description of individual steps in calculating unknown parameters of the approximate function in one milk cow. Data are selected from seven lactation cycles of the milk cow with ID 43539. The data for this cow in the table 2 was collected and calculated on the basis of data on date of the milk yield measurement, date of the cow's birthday and subsequent labors given in Table 1. Measured values of daily yields (in kilograms) are labelled y and the serial (order) number of the lactation cycle in measured days is marked as x .

x	19	51	81	114	143	172	205	214	244	271	325
Y	41.2	42.0	39.6	35.2	26.2	30.8	30.6	28.4	23.2	20.6	23.0

Table 2 Samples of monthly measurements of the daily milk yield with order of lactation day

We need an appropriate initial vector of unknown parameters of Wood function, which is close to the true value of unknown parameters. Suitable initial solution for approximation by Wood function can be set as $(5; 0.8; 0.02)$, cf. [3]. Then vector Y_0 can be calculated by substitution of initial solution β_0 and vector x of the order of days in lactation cycle, into Wood function. We need this vector to calculate the difference between estimated and measured milk yield. Calculated vector is $y_0 = (42.7, 39.6, 37.1, 34.6, 32.5, 30.6, 28.5, 26.8, 25.2, 23.8)'$. Numerical calculation provides the following subresults and results

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} 0.94, & 125.58, & 810.36 \\ 0.87, & 155.76, & 2020.40 \\ 0.81, & 163.05, & 3005.43 \\ 0.76, & 163.74, & 3941.13 \\ 0.72, & 161.33, & 4648.61 \\ 0.67, & 157.40, & 5259.38 \\ 0.63, & 151.86, & 5848.33 \\ 0.59, & 146.45, & 6281.95 \\ 0.56, & 140.59, & 6656.25 \\ 0.52, & 135.20, & 6934.73 \end{pmatrix}, \quad \begin{aligned} \delta\hat{\beta} &= (45.4125, 0.0080189, 0.0020595)', \quad \alpha_{opt} = 3/1000, \\ \hat{\beta} &= (5.1362375, 0.799976, 0.020006)', \quad S_e = 79.62. \end{aligned}$$

Obtained estimate of unknown parameters is vector $\hat{\beta} = (5.1362375, 0.799976, 0.020006)'$. Estimate of lactation curve is presented in Fig. 1.

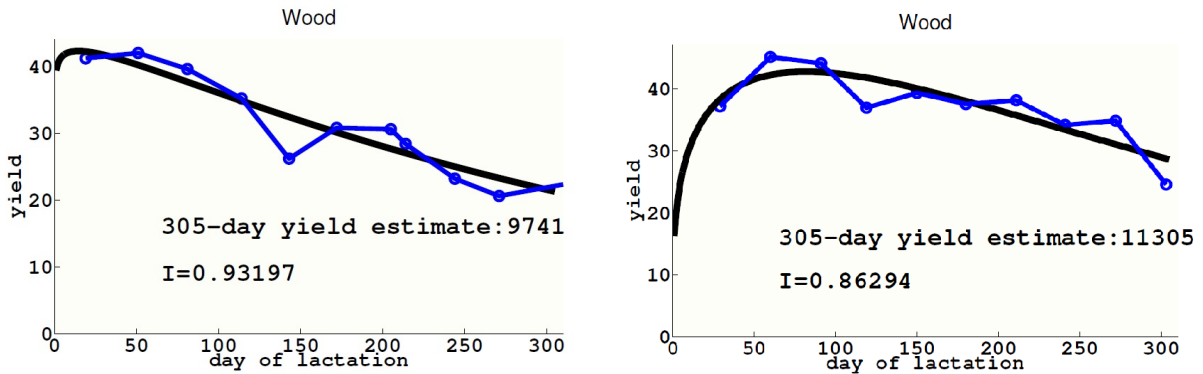


Figure 1 Estimates of 305 d yield of cow 43539 at 1th lactation and cow 54538 at 7th lactation

1.4 Applications to time series

In the process of finding a suitable methodology for data processing various test of statistical hypotheses about trend in years, quarters, months were performed. The results of these tests demonstrated a significant correlation between milk production and the years. Furthermore significant seasonal component appeared in the quarters of the year. Comparing months appeared to be problematic with regard to the different number of observations at a given interval and too many boundary observation. Coefficients (relative indices) for each quarter and each separate lactation were proposed as the optimal procedure. The final result of our study and our random sample is then a table of milk yield indices. This table facilitates comparison of milk yield of individual animals from different lactation and years.

So time series of milk yield can be described by model with trend and seasonal components

$$Y = a + bt + \alpha_1q_1 + \alpha_2q_2 + \alpha_3q_3 + \alpha_4q_4, \quad (7)$$

where q_1 is 1 only for first quarter, for another quarters of year is zero, where q_2 is 1 only for second quarter, for another quarters is zero, where q_3 is 1 only for third quarter, for another quarters is zero, where q_4 is 1 only for fourth quarter, for another quarters is zero. Analysis of milk yield time series show how trend and seasonal factor change 305-d milk yield. See Fig. 2 and Fig. 3.

Based on such time series we can directly make corrections of estimated yield for individual cows based on its classification into time interval. This leads to the possibility to relate yield to the selected period, which will be evaluated in series of milk yield indexes by value 1. Each additional period then has its own value index, which measures the relative change from baseline period in milk yield periods.

2 Results and Discussion

2.1 Trend in period 2005–2013

Obtained estimates of 305 day yield are depicted in Fig. 2. On axis x is date of calving. t-test for hypothesis of nonzero trend provide us information that trend is positive. The result obtained from ANOVA model simply provides information about existence of seasonal factors. See Table 3.

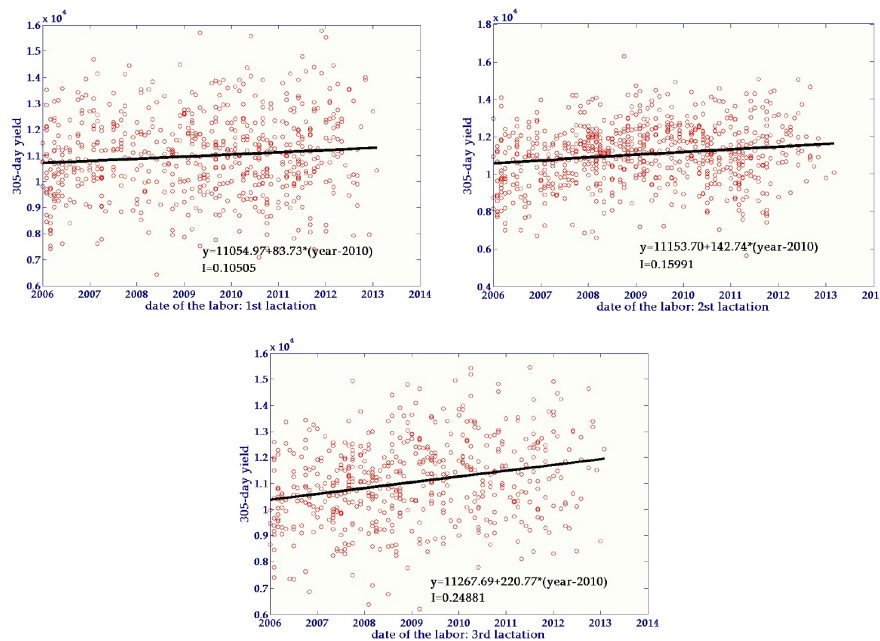


Figure 2 Time series of 305 d yield estimators between 2006 and 2013, 1st, 2nd, and 3rd lactation

A construction of graph in Fig. 3 is made on model (7). Intended milk yield indexes are presented in the Tab. 4. As an initial period with an index value 1 was chosen the first quarter of 2006.

first	second	third	fourth
10714	10005	10111	10743

Table 3 The mean values of milk-yield for quarters of year, 1st lactation

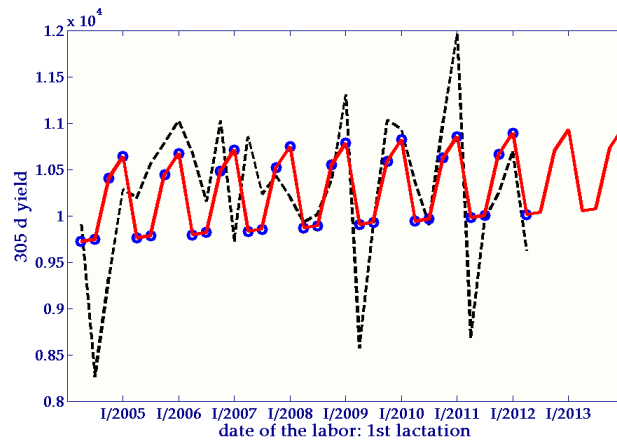


Figure 3 Estimates of trend and seasonal component in 305 d yield in 2005 – 2012, 1st lactation

quarter/year	mean	n	s	index
III/2005	8258.238	180	522.13794	0.803045261
IV/2005	9340.996	204	282.69537	0.908334510
I/2006	10283.652	227	154.28539	1.000000000
II/2006	10193.088	186	156.32336	0.991193401
III/2006	10560.219	163	347.72766	0.991193401
IV/2006	10787.2	120	343.05917	1.048965873
I/2007	11027.059	138	665.71650	1.072290175
II/2007	10674.728	182	925.85370	1.038028903
III/2007	10154.052	184	662.67224	0.987397473
IV/2007	11024.403	212	389.96655	1.072031901
I/2008	9715.876	204	479.19580	0.944788486
II/2008	10853.934	184	506.42737	1.055455202
III/2008	10232.292	173	349.37335	0.995005665
IV/2008	10428.035	173	581.23500	1.014040051
I/2009	10198.219	151	825.39960	0.991692348
II/2009	9926.858	167	372.90256	0.965304738
III/2009	10016.76	169	461.18213	0.974046963
IV/2009	10400.896	182	406.96500	1.011401008
I/2010	11305.579	179	163.22684	1.099373938
II/2010	8572.864	159	1117.67100	0.833640034
III/2010	9900.303	198	164.36745	0.962722484
IV/2010	11031.356	145	315.29016	1.072708022
I/2011	10927.135	211	420.09340	1.062573393
II/2011	10353.197	184	274.22632	1.006762675
III/2011	9904.891	137	1138.0745	0.963168629
IV/2011	11021.393	176	848.06330	1.071739203
I/2012	11962.039	148	421.92883	1.163209237
II/2012	8680.581	103	981.57153	0.844114620
III/2012	9960.138	111	1048.89110	0.968540942
IV/2012	10243.146	78	250.45737	0.996061127

Table 4 The mean values of milk-yield for quarters of year, 1st lactation

3 Conclusion

When processing limited data sets or comparing individual milk cows, it is necessary to have the total 305-day yields stripped off selected factors. According to literature, a Wood function is considered as the most appropriate model for modelling a 305-day yield. Testing the statistical hypothesis indicated the existence of nonzero trend and seasonal variation. Gained knowledge allows to propose a method of 305-day yield corrections by factors of lactation and calving data. Corrections are made using the index table for years and quarters. The calculated milk yield indexes in a given cowshed can help producers when comparing cows and making decisions.

Acknowledgements

This research was supported by the institutional support of Czech University of Life Sciences and by Internal Grant Agency of University of Pardubice, the project SGS FEI_26_2016.

References

- [1] Golebiewski, M., Brzozowski, P., and Golebiewski, L.: Analysis of lactation curves, milk constituents, somatic cell count and urea in milk of cows by the mathematical model of Wood. *Acta Veterinaria Brno* **1** (2011), 3-80.
- [2] Leon-Velarde, C., U., McMillan, I., Gentry, R. D., and Wilton, J. W.: Models for estimating typical lactation curves in dairy cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **112** (1995), 333-340. doi: 10.1111/j.1439-0388.1995.tb00575.x
- [3] Marek, J., Rajmon, R., and Haloun, T.: Critical evaluation of seven lactation curve estimation models. In: *Intelligent Data Analysis and Applications. Proceedings of the Second Euro-China Conference on Intelligent Data Analysis and Applications, ECC 2015* (Abraham Ajith, Jiang Xin Hua, Snasel Vaclav, Pan Jeng-Shyang, eds.). Springer International Publishing, New York, 2015, 73-84. ISBN: 978-3-319-21206-7
- [4] Wimmer, G., Palencar, R., Witkovsky, V.: *Spracovanie a vyhodnocovanie merania*. VEDA, Bratislava, 2002. p. 1-187. ISBN 80-224-0734-8.
- [5] Wood, P.D.P.: Algebraic model of the lactation curve in References cattle. *Nature* **216** (1967), 164-165.
- [6] Zavadilova, J.: Definition of subgroups for fixed regression in the test-day animal model for milk production of Holstein cattle in the Czech Republic. *Czech J. Anim. Sci.* **50**, vol. 1 (2005), 7-13.
- [7] Zavadilova, J.: Genetic parameters for test-day model with random regressions for production traits of Czech Holstein cattle. *Czech J. Anim. Sci.* **50**, vol. 4 (2005), 142-150.

Příloha č.2 simulace pomocí softwaru ARENA

Schéma simulace:

Vytvoř krávu. Započítej náklady na nákup jalovice a první inseminaci. Střediskově se takto převádí zabřezlá jalovice do produkční stáje.

Každý den:

- pokud se počítají náklady (laktiční cyklus ≥ 1 nebo, byla úspěšná inseminace)
 - započítej náklady na krmnou denní dávku
 - na první laktaci se započte jen 285-(7*30,5) dní. viz. předchozí vysvětlení zařazení březí jalovice do produkční stáje
 - pokud nastalo datum další inseminace (za více než 58 od otelení) a je čtvrtek: inseminuj krávu s pravděpodobností úspěchu 1/inseminační index, výsledek inseminace se bude testovat za 30 dní
 - započítej náklady na inseminaci
 - pokud nastalo datum testu výsledku inseminace a je pondělí: proved' diagnostiku březosti
 - pokud byla inseminace úspěšná: nastav den narození telete = den poslední inseminace + 285
 - pokud nebyla inseminace úspěšná a pokud byl překročen maximální počet 5 inseminací vyřaď krávu - konec simulace
- jinak: nastav den další inseminace = den + 9 (další inseminace je metodou ovsynch)
- pokud nastalo narození telete: inkrementuj laktiční cyklus a započítej zisk za tele
 - den testu nádoje = den + 30 x nádoj
 - kráva onemocní LDS s pravděpodobností 3,5 %, den onemocnění = den +LOGN(2.398,0.367)
 - pokud je možné krávu podojit (je v lakt. cyklu a do narození telete zbývá více než 50 dní)
 - vypočítej nádoj (dle nemocná/zdravá, dle lakt. cyklu)

- započítej zisk z mléka = cena * hmotnost nadojeného mléka dle skupiny a pořadí laktace z Tab I

- pokud nastal den testu nádoje: porovnej nádoj s nastavenou hodnotou (s parametrem) 20 litrů pokud není březí a je více než 50 dní po otelení

- pokud je nádoj nedostatečný: vyřaď krávu na konci laktace, konec simulace

- pokud je kráva nemocná a nastal den, kdy se onemocnění projeví: započítej náklady na operaci

- s pravděpodobností x % bude vyřazena do 30 dní, náklady (kafilérie), konec simulace

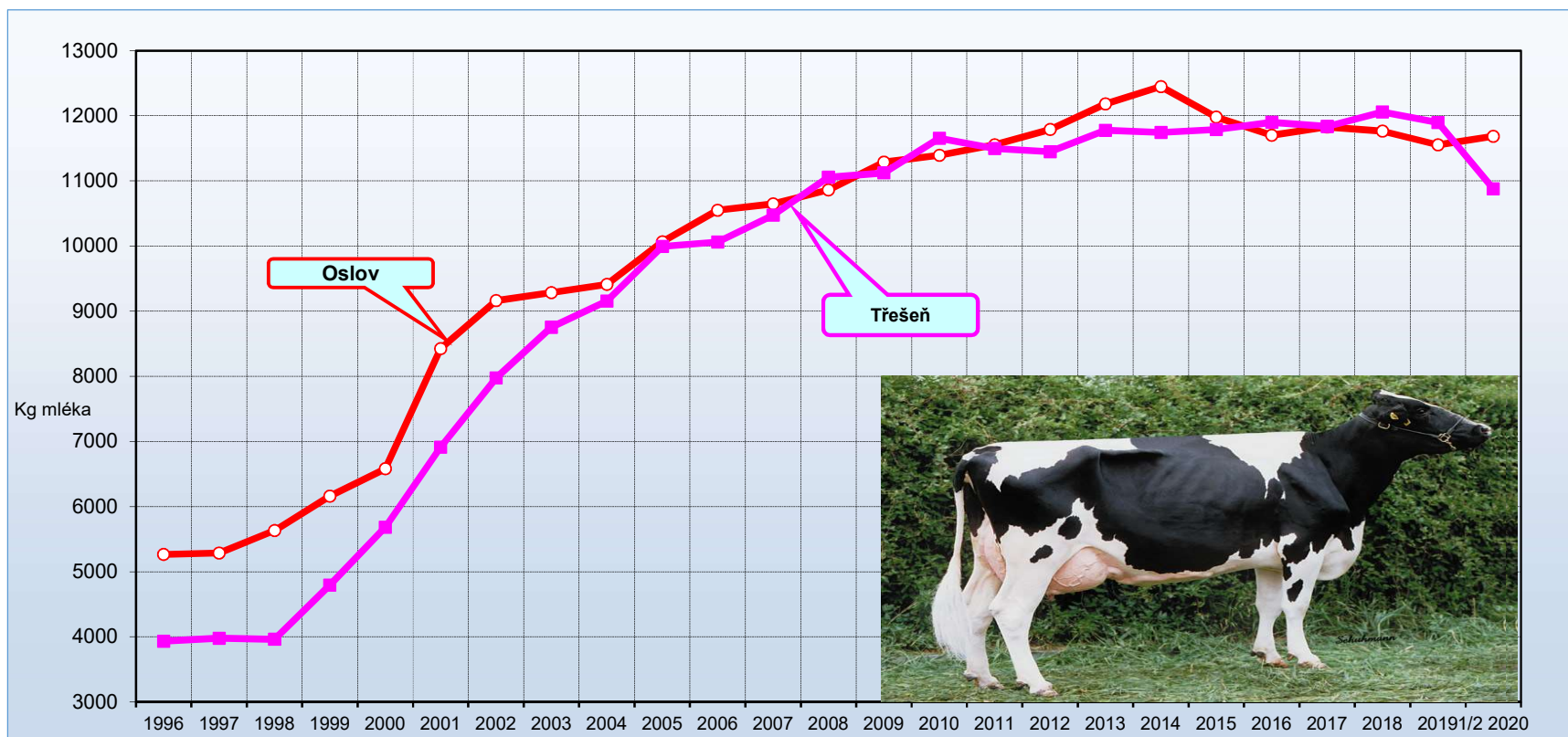
- s pravděpodobností y % - přežije 30 až 305 dní, konec simulace

- zbytek: přežije

pokud nebyla ještě provedena další inseminace a s pravděpodobností 66,6 % posuň den další inseminace o 20 dní

- pokud byl dosažen limit počtu lakt cyklů (podle parametru): započítej zisk z prodeje krávy na maso, vyřaď krávu - konec simulace.

Příloha č.3 Výsledky kontroly užítkovosti v chovu Agro, družstva Záhoří mezi roky 1996 - 2020, zdroj Reprogen a.s.



Obrazová příloha (foto autor)

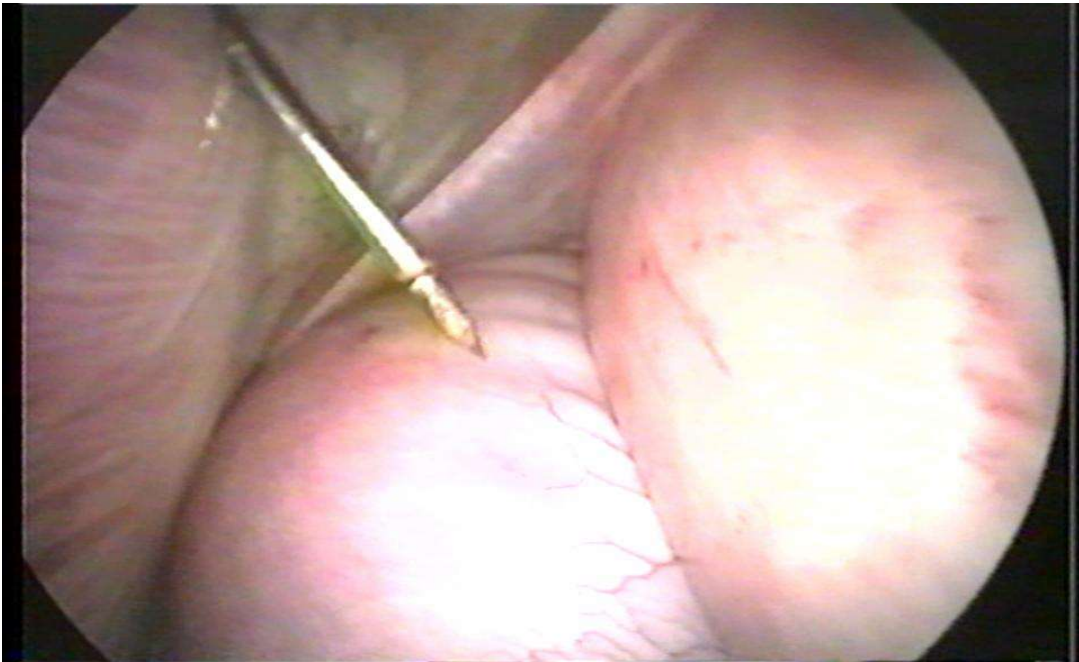
Obrázek č. 1: Laparoskopický set firmy Dr. Fritz použitý k operacím



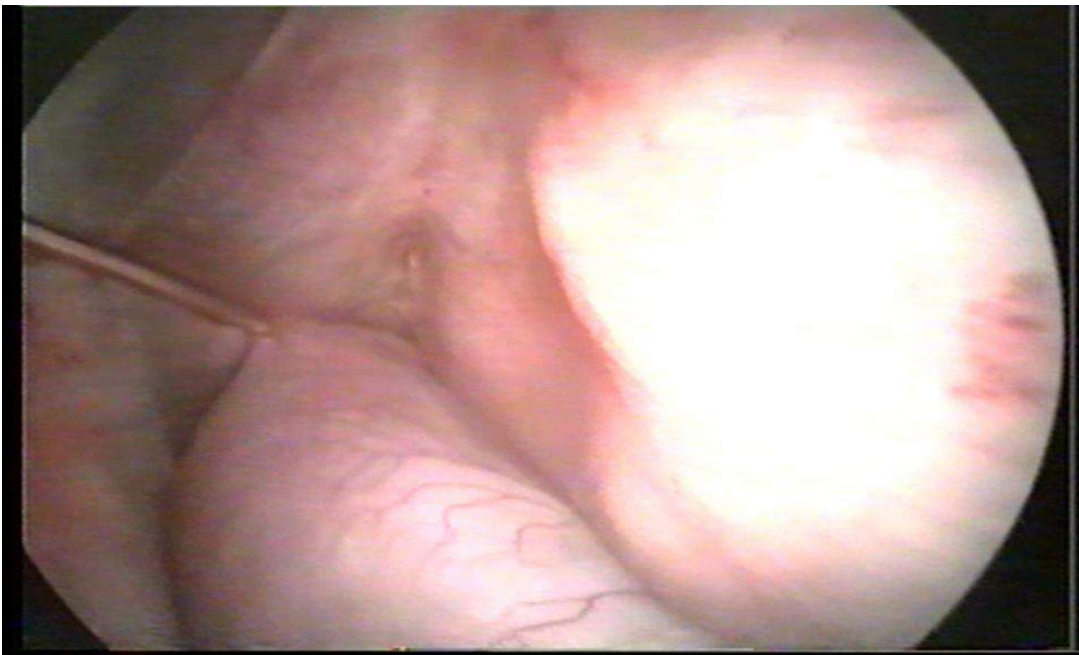
Obrázek č. 2: Laparoskopická revize levé strany dutiny břišní



Obrázek č. 3: Penetrace peritonea trokarem pro zavedení fixačního kolíčku



Obrázek č. 4: Dekomprese dislokovaného slezu



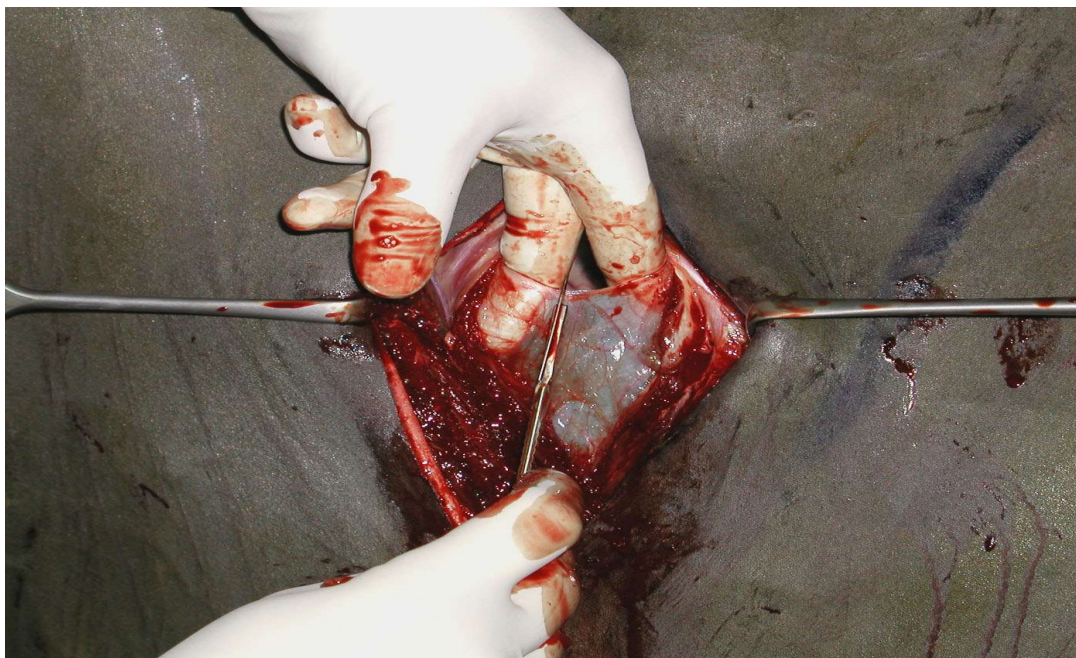
Obrázek č. 5: Vypuštěný slez s vlákny fixační sutury



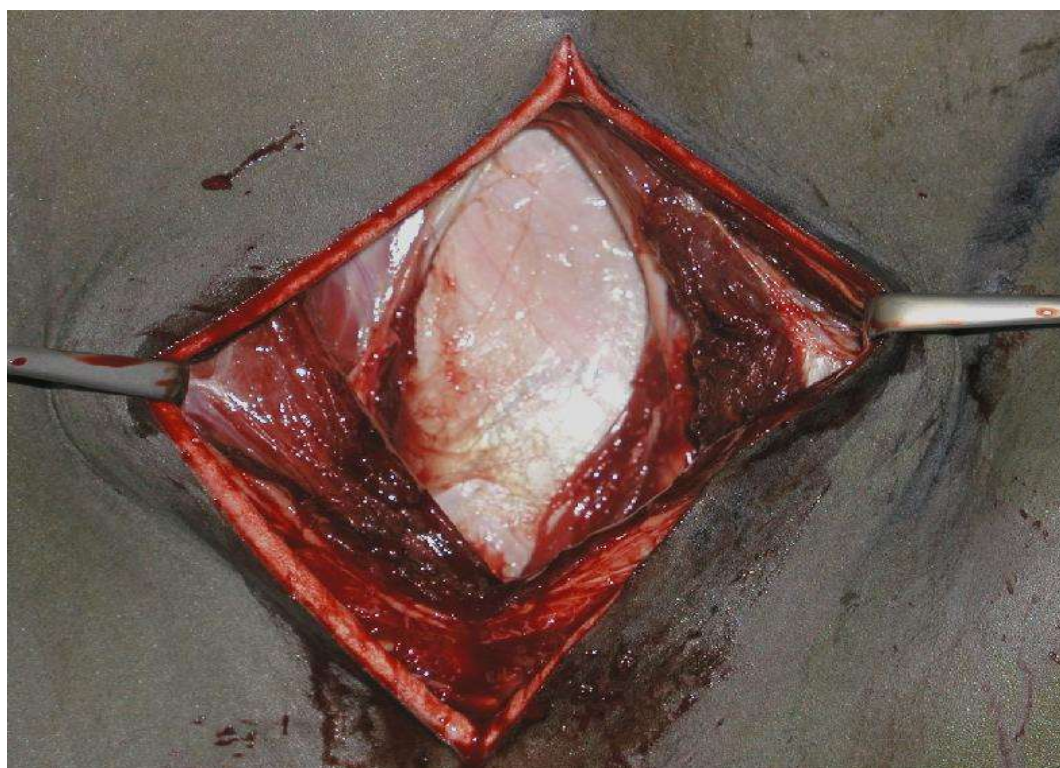
Obrázek č. 6: Fixace sutury slezu pomocí obvazu



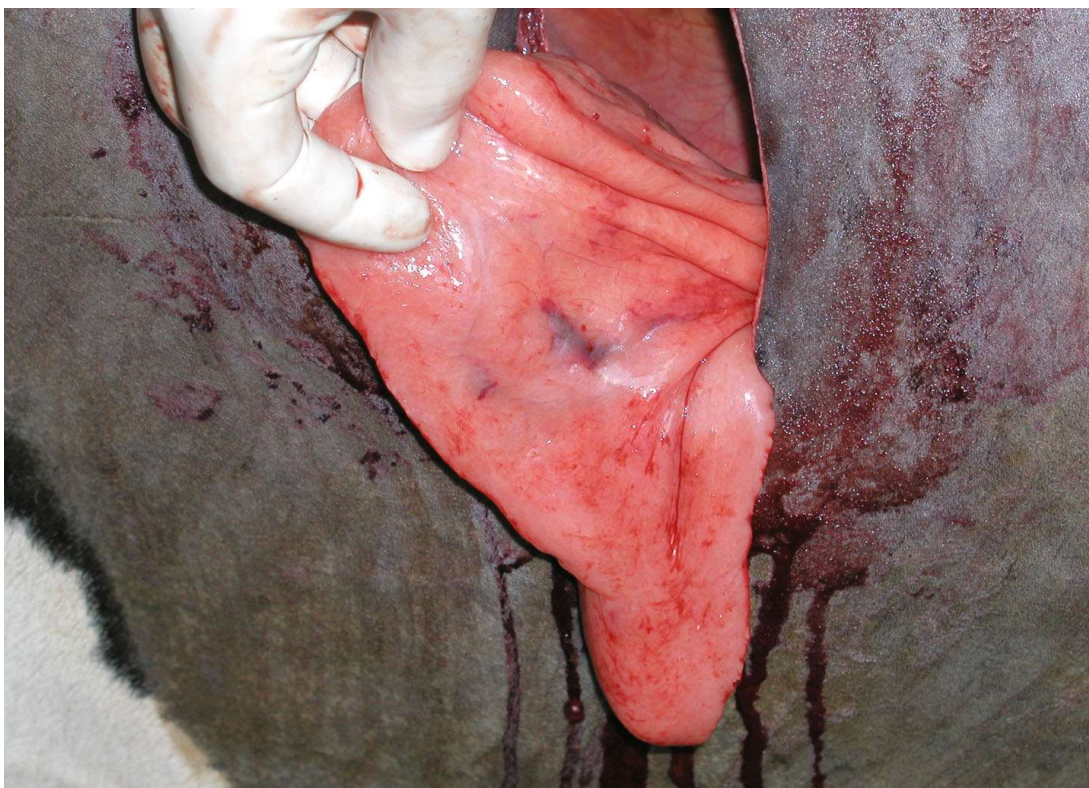
Obrázek č. 7: Protnutí peritonea při laparotomii



Obrázek č. 8: Laparotomická rána, přístup z fossa paralumbalis dextra



Obrázek č. 9: Duplikatura omenta „prasečí ouško“



Obrázek č. 10: Fixace omenta do ventrální komisury laparotomické rány

