



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

**Fakulteten för veterinärmedicin  
och husdjursvetenskap**  
Institutionen för kliniska vetenskaper

# **Självlåsande resorberbart implantat för ligerering av funikel vid kastration av häst – ett pilotförsök**

*Daniela Mirbt*

*Uppsala  
2018*

*Examensarbete 30 hp inom veterinärprogrammet*

*ISSN 1652-8697  
Examensarbete 2018:11*



# Självlåsande resorberbart implantat för ligation av funikel vid kastration av häst – ett pilotförsök

## Self-locking resorbable implant for ligation of the equine spermatic cord during castration – a pilot test

*Daniela Mirbt*

*Handledare: Odd Höglund, institutionen för kliniska vetenskaper*

*Examinator: Ove Wattle, institutionen för kliniska vetenskaper*

*Examensarbete i veterinärmedicin*

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** Avancerad nivå, A2E

**Kurskod:** EX0830

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2018

**Delnummer i serie:** Examensarbete 2018:11

**ISSN:** 1652-8697

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** kastrering, häst, komplikationer, LigaTie, buntband

**Key words:** castration, equine, complications, LigaTie, tie-rap

Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för kliniska vetenskaper



## **SAMMANFATTNING**

Kastrering av hingst är en av de vanligaste kirurgiska åtgärderna på häst. Kastration kan göras på stående eller liggande häst och utföras på betäckt eller obetäckt funikel. Skillnaden mellan betäckt och obetäckt funikel är att i den först nämnda metoden öppnas inte tunica vaginalis parietalis. Kastrering på obetäckt funikel är den vanligaste metoden.

Postoperativa komplikationer är ganska vanligt förekommande fastän det är ett rutinmässigt ingrepp. Generell förekomst av komplikationer rapporteras vara mellan 6-60 % beroende på använd metod. Kraftig svullnad i operationsområdet är den vanligaste komplikationen totalt sett följt av infektion.

Hemostas vid kastrering erhålls vanligtvis med kastrationstång som krossar vävnaden i några minuter. En ligatur kan användas som ytterligare säkerhet för att säkerställa hemostas. Användning av buntband vid ligering av kärl har beskrivits som en snabb och enkel metod för att erhålla hemostas. Nackdelen med buntband är att de orsakar en främmandekroppsreaktion hos individen.

LigaTie<sup>®</sup> är ett resorberbart självlåsande kirurgiskt implantat vars funktion baseras på ett vanligt buntband. LigaTie<sup>®</sup> har tidigare testats framgångsrikt vid bl.a. ligering av funikel hos hanhund och äggstockskärl hos tikar. I detta pilotförsök prövades en ny metod för kastrering av häst med det resorberbara implantatet vid ligering av funikeln. Inledande tester gjordes på hästfuniklar *ex vivo* för att utvärdera implantatets beteende i aktuell vävnad; ingen ligaturglidning kunde provoceras vid dragning i sidled. Implantatet testades därefter *in vivo* på liggande häst. Implantatet anlades runt obetäckt funikel efter att vävnaden krossats med maschtång. Även buntband testades *in vivo* på betäckt funikel efter att krossfåra skapats med peang.

I pilotförsöket erhöles hemostas genom att använda två buntband på betäckt funikel och med LigaTie<sup>®</sup> på obetäckt funikel. Vidare studier behövs för att kunna ta fram ett kirurgiskt resorberbart implantat med rätt dimensioner och mekaniska egenskaper för en optimerad användning på häst.

## SUMMARY

Castration is one of the most common surgical procedures in equine medicine. The procedure can be performed with the horse standing or in recumbent position and with an open or closed method. There are many different techniques used for castration where the open method is the most common one. The difference between the open and closed method is that in the latter the parietal tunic is not incised.

Complications associated with castration are common even though it is a routine procedure. The general complication rate following castration is between 6-60 % depending on the method used. The most common complication is scrotal swelling followed by infection, which is also the most common complication following standing castration.

Hemostasis during castration is usually obtained by using an emasculator that crushes the tissue during a couple of minutes. A ligature can be used as an extra safety measure to ensure hemostasis. The use of nylon tie-raps or cable ties to ligate vessels has been described as a quick and easy method to obtain hemostasis. The disadvantage of the tie-rap is that it causes a chronic foreign body reaction in the patient.

LigaTie<sup>®</sup> is a resorbable self-locking surgical implant with a mechanism similar to a nylon tie-rap. LigaTie<sup>®</sup> has previously been tested successfully during ligation of the spermatic cord in male dogs and on ovarian vessels in female dogs. In this pilot test a new method for castration of horses was tested where the resorbable implant was used to ligate the spermatic cord. Preliminary testing was done *ex vivo* on equine spermatic cords to evaluate the implant's behavior in the current tissue; sliding of the implant could not be provoked by sideways traction. The implant was also tested *in vivo* on a recumbent horse. The implant was placed around the spermatic cord (open method) after the tissue had been crushed with a Masch Castration Forceps. Also nylon tie-raps were tested *in vivo*, they were placed around the spermatic cord (closed method) after the tissue had been crushed with hemostatic forceps.

In this pilot test hemostasis was obtained following application of two tie-raps with the closed technique and with the open technique hemostasis could be obtained with LigaTie<sup>®</sup> after a crush with a Masch castration forceps. Further studies are needed to develop a surgical resorbable implant with suitable dimensions and mechanical properties for an optimized use in equines.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>Inledning</b> .....	<b>1</b>
<b>Litteraturoversikt</b> .....	<b>1</b>
Kastrationsmetoder .....	1
Komplikationer .....	6
Ligatur .....	11
Buntband .....	12
LigaTie® .....	12
<b>Material och metoder</b> .....	<b>12</b>
Det kirurgiska implantatet.....	12
Test <i>ex vivo</i> .....	13
Test <i>in vivo</i> .....	14
<b>Resultat</b> .....	<b>15</b>
<b>Diskussion</b> .....	<b>16</b>
Resultaten från pilotförsöket.....	16
Kastrationsmetoder och komplikationer .....	17
Ligatur vid kastration .....	20
<b>Konklusion</b> .....	<b>20</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>21</b>





## INLEDNING

Kastration av hingst, vilket innebär att testiklarna avlägsnas kirurgiskt, är en av de vanligaste kirurgiska åtgärderna på häst och det finns många olika metoder beskrivna (Schumacher, 2012). Det finns fördelar och nackdelar med alla metoder, dock finns ingen optimal teknik då komplikationsrisken vid kastration fortfarande är förhållandevis hög för att vara ett planerat kirurgiskt ingrepp (Embertson, 2008). Vad är orsaken till den höga risken för komplikationer och vilka faktorer påverkar denna risk? Är komplikationsrisken beroende av val av metod och om så är fallet, vilken metod ger lägst risk för komplikationer? I litteraturöversikten görs en genomgång av vanliga kastrationsmetoder och de komplikationer som kan uppstå perioperativt.

I detta pilotförsök prövades en ny metod för kastrering av häst. Syftet med försöket var att testa om fullgod hemostas kan erhållas med ett resorberbart självslåsande implantat (LigaTie®) vid ligation av funikeln. Försök med resorberbart självslåsande implantat har tidigare genomförts vid kastrering av hund men detta är det första försöket som görs på häst. Försök gjordes även *ex vivo* i en första utvärdering av implantatets beteende i aktuell vävnad; *in vivo* testades om tillräcklig hemostas kan uppnås vid åtdragning manuellt eller om ett buntbandsverktyg krävs.

Kastration av djur med vanliga buntband har testats på både hund, nöt och häst (Cokelaere *et al.*, 2005; Rabelo *et al.*, 2008; Macedo *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*, 2015). Nackdelen med buntband i plast är att materialet triggar en kronisk främmandekroppsreaktion och därmed ökar risken för komplikationer. Fördelen med ett resorberbart implantat är att egenskaperna med enkel hantering bibehålls men främmandekroppsreaktionen minimeras, efter resorption kommer endast bindväv att kvarstå.

Målet med pilotförsöket var att ta reda på om nuvarande storlek på det resorberbara implantatet är tillräcklig eller om det krävs implantat av större dimensioner. Ytterligare en målsättning var att ta reda på med hur stor kraft ett självslåsande band behöver dras åt för att åstadkomma hemostas.

## LITTERATURÖVERSIKT

### Kastrationsmetoder

Vanligtvis kastreras hingstar vid ett till två års ålder för att underlätta hantering, men kastration kan ske vid alla åldrar (Schumacher, 2012). Kastration kan även vara nödvändig för att behandla sjukdom t.ex. orkit, epididymit, neoplasi, trauma mot testikeln, omvridning av funikeln eller inguinalbräck.

Hingstar kan kastreras stående eller liggande, i fält eller på klinik. Vad som styr detta val av ansats från medicinskt håll beror på hästens ålder och storlek, fynd vid klinisk undersökning och tillgång på bra utrymmen vid kastration i fält. Vidare påverkar även djurägarens ekonomi val av metod.

En ung häst har små testiklar som kan vara svåra att greppa medan äldre hästar har välutvecklade kärl vilket ökar risken för blödningar (Green, 2001; Hughes, 2012). Hos de flesta normala hingstar är vänster testikel större än den högra och hänger även längre ner i skrotum (Green, 2001).

Inför kastration bör hingsten genomgå en klinisk undersökning och skrotum palperas för att bekräfta förekomsten av två testiklar och utesluta inguinalbråck (May & Moll, 2002). Hästar som inte klarar av palpation av skrotum i vaket tillstånd är inte lämpade att kastrera stående. Hästen bör även vara vaccinerad mot tetanus, om vaccinationsstatus är okänd kan hästen vaccineras preoperativt och även få tetanusserum (Kilcoyne, 2013).

### ***Stående jämfört med liggande***

#### *Stående*

Kastration på stående häst passar inte alla individer (Lamas & Munroe, 2011; Schumacher, 2012). Ingreppet görs med veterinären i ett utsatt läge och därför är det viktigt att välja lämpliga kandidater. Hästen måste kunna stå stilla, vara medgörlig, får inte vara för liten då det försvårar åtkomst samt bör ej vara över två år gammal. En abdominal kryptorkid häst ska remitteras till klinik för kastrering.

Vid stående kastration ges hästen sedering och lokalbedövning. Fördelar med denna metod är att det går fort och kräver mindre assistans och därmed är billigare än liggande kastration (Lamas & Munroe, 2011). Kastration på stående häst är den vanligaste metoden i fält.

#### *Liggande*

Kastration på liggande häst kan utföras både i fält och på klinik (Lamas & Munroe, 2011; Schumacher, 2012). I fält läggs hästen ofta i sidoläge med det övre bakbenet uppbundet och på klinik oftast på rygg.

Vid liggande kastration måste hästen sederas kraftigt och kastas eller sövas. En förutsättning för att kastrera liggandes i fält är tillgång till en stor ren och mjuk yta. Vid kastning i fält krävs medhjälpare som kan fängsla benen inför ingreppet. Hästars narkos induceras med injektionsanestetika som vid behov kan itereras, alternativt kan hästen läggas på inhalationsnarkos.

Fördelar med liggande kastration är att det ger en bättre överblick av operationsområdet och möjliggör att såret kan sutureras och därmed läka med primär sårsläkning (Lamas & Munroe, 2011).

### ***Kastrationstång***

Det finns flera olika kirurgiska instrument som används vid kastration av häst. I Sverige är det vanligt att använda en Maschtång för att krossa funikeln och därefter avlägsna testikeln med hjälp av emaskulator, sax eller skalpellblad.

I övriga världen är det vanligare att endast använda emaskulator. En emaskulator är ett instrument som både krossar och skär vävnaden (Schumacher, 2012). Det finns olika typer av emaskulatorer, de tre vanligaste är Reimer, Serra och förbättrad White (Schumacher, 2012, Kilcoyne, 2013). Reimer krossar vävnad och har ett separat handtag för att skära av. Serra och förbättrad White krossar och skär av vävnad på samma gång. Det finns även en kastrationstång Sand som endast krossar vävnad precis som Maschtången.

Henderson kastrationsinstrument är en kastrationstång som kopplas på en bormaskin och därefter snurras vävnaden snabbt tills den lossnar (Schumacher, 2012). Vid Henderson teknik snurras kärlet och hinnor ihop vilket sägs minska komplikationsgraden. Schroeder & Berkowitz (2014) gjorde en studie med 180 hästar där alla kastrerades med Henderson teknik och såret lämnades öppet för att läka sekundärt. Komplikationer noterades hos 18 hästar (10 %) varav 16 hästar drabbades av svullnad/serom, 1 fick framfall och 1 botulism.

Anläggningstiden av emaskulator skiljer sig mellan olika källor och varierar mellan 1-5min för att uppnå hemostas (Mason *et al.*, 2005; Hughes, 2012; Schumacher, 2012; Kilcoyne *et al.*, 2013; Mueller, 2015; Seabaugh, 2016; Robert *et al.*, 2017). Till äldre hingst eller vid stora kärlet rekommenderas en anläggningstid på 4-5min (Mueller, 2015).

Comino *et al.* (2017) har i en studie jämfört de två emaskulatorerna Serra och Reimer på hästfuniklar *ex vivo*. Tester för att mäta trycket för läckage efter vävnadskross utfördes på både betäckt och obetäckt funikel. Vid obetäckt kastration var Reimer emaskulatorn bättre än Serra emaskulatorn. Ingen signifikant skillnad mellan de båda typerna sågs vid betäckt kastration. Kilcoyne *et al.* (2013) använde i sin studie Reimer emaskulator till små hästar med mindre funiklar och Serra emaskulator till hästar med större funiklar.

## **Kastrationstekniker**

### **Obetäckt funikel**

Vid kastration på obetäckt funikel, vilket är den vanligaste tekniken (Moll *et al.*, 1995), läggs snitt genom skrotums hud, subkutis, tunica dartos och tunica vaginalis parietalis för att exponera testikeln (Schumacher, 2012; Lamas & Munroe, 2011).

Vid snittläggningen hålls testikeln med ett fast grepp tätt mot huden. Ett ca 8-10 cm långt snitt i kranioakadual riktning läggs 1-2 cm vid sidan om raphe testis genom den mest ventrala delen av skrotum (Schumacher, 2012; Lamas & Munroe, 2011). Testikeln exponeras och epididymis ligament dras eller skärs av så att testikeln ytterligare kan falla fram. Funikeln blir då exponerad och kan krossas med kastrationstång. Testikeln skärs bort distalt om krossen. Alla vävnader som genomskurits lämnas öppna för dränage och läker med sekundär sårsläkning.

Fördelar med denna metod är att det är en enkel teknik som går snabbt att utföra även på stående häst och metoden ger även bra dränage (Lamas & Munroe, 2011). Nackdelar är att ingen ligatur anläggs vilket ger ökad risk för blödning och framfall av omentum eller tarmar. Ett öppet sår medför även en ökad risk för infektion.

Är det en häst med stor funikel kan den delas upp i en neurovaskulär (arteria testicularis, plexus pampiniformis, nerver) och en muskulofibrös del (ligament, tunica vaginalis, musculus cremaster, ductus deferens) som krossas var för sig (Green, 2001). Först krossas den kärlinnehållande delen och därefter den muskulofibrösa delen. Genom en uppdelning av sädessträngen erhålls lättare en bra vävnadskross och därmed ökad hemostas.

### *Betäckt funikel*

Vid kastration på betäckt funikel öppnas inte tunica vaginalis parietalis. Efter hudsnitt genom skrotum används trubbig dissektion, ofta med kompress, för att lossa testikel och tunica vaginalis parietalis från överliggande hinnor och ligament.

Incision i huden görs vanligen med kalottnytt; ett elliptiskt snitt, ca 10cm långt, läggs på var sin sida om raphe testis som förlängs tills snitten möts och en bit av skrotum skärs bort, detta för att minska sårhålan (Lamas & Munroe, 2011; Schumacher, 2012). En alternativ ansats är ett inguinalt snitt vilket också är den vanligaste ansatsen vid kryptorkida testiklar (Schumacher, 2012).

Vid snitt över inguinalkanalen sövs hästen och läggs på rygg (Sedrish & Leonard, 2001). Ett ca 6-10 cm långt snitt läggs över den yttre inguinalmyningen. Efter snitt genom huden pressas testikeln fram till incisionen (Sedrish & Leonard, 2001). En fördel är en låg komplikationsgrad. I en studie av Sedrish & Leonard (2001) där både kryptorkida och normala hingstar kastrerades hade 3/63 (4,8 %) kraftig skrotal svullnad som krävde behandling.

Kastrationstång läggs runt funikel och hinnor och får sitta i minst två minuter. Därefter anläggs en ligatur i krossfåran. En peang placeras distalt om krossen för att förhindra att hinnorna glider när Maschtången avlägsnas. Ett alternativt är att direkt sätta en ligatur runt funikel och hinnor och därefter distalt om ligaturen krossa vävnad med kastrationstång. All vävnad distalt om ligaturen och krossfåran skärs bort. Ligaturen bör placeras så proximalt som möjligt.

Det finns även en variation på den betäckta tekniken; semi-betäckt, där ett ca 2-3 cm snitt läggs genom tunica vaginalis parietalis så att funikeln blottas. Kastrationstång kan därefter läggas runt enbart funikeln utan hinnor. Då en ligatur även anläggs proximalt om krossen samt att distala delarna av tunica vaginalis parietalis plockas bort anses metoden ändå vara en betäckt kastration.

Fördelar med betäckt metod är minskad risk för kontaminering av bukhålan då tunica vaginalis parietalis inte öppnas. En ligatur minskar även risk för blödning och framfall. Två nackdelar är att ingreppet tar längre tid än den obetäckta varianten och att en ligatur fungerar som en främmande kropp, vilket kan öka risken för infektion. Den betäckta varianten är även begränsad till liggande kastration.

Såret kan lämnas öppet och läka sekundärt eller sutureras ihop för primär sårsläkning där suturering sker i två lager; subkutant och intradermalt. Fördelar med primär sårsläkning är en

snabbare läkning och minskad risk för infektion. Nackdelar med primär sårhäkning är att inget dränage finns vilket kräver strikt aseptik som endast kan åstadkommas på klinik och ej i fält. (Lamas & Munroe, 2011)

#### *Alternativa tekniker – testikel kvar in situ*

##### **SLR**

”Section-ligation-release” (SLR) teknik har testats i en studie av Saifzadeh *et al.* (2008). Ett 5 cm snitt läggs vid skrotums bas in genom tunica vaginalis parietalis och exponerar funikeln. Ductus deferens och kärlebädden krossas, ligeras och skärs av var för sig. Testikeln lämnas därefter kvar in situ och hudsåret sutureras ihop. Endast fåtalet komplikationer noterades under uppföljningstidens 15 dagar, däribland måttlig skrotal och preputial svullnad.

Vid in situ kastration lämnas de icke-funktionella testiklarna kvar i skrotum och induceras till ischemisk nekros när kärlförsörjningen försvinner (Abou-Ahmed *et al.*, 2011). En annan variant på in situ kastration är ”pinhole” teknik som finns beskriven på åsna och tjurar. Vid denna titthålsteknik anläggs en ligatur runt funikeln med endast ingångshål för suturen kranialt och kaudalt vid skrotums bas. I en studie på åsnor var dock denna teknik ej tillräcklig för att inducera nekros i testiklarna.

##### **Laparoskopisk metod**

Vid kastrering med titthålskirurgi kan hästen vara stående och djupt sederad (Schumacher, 2012). Portar för laparoskopet görs i flanken på hästen. Ductus deferens och testikelns kärl identifieras i mesorchium som kommer upp ur inguinalringen. Ductus deferens och blodkärlen kläms av med peang, bränns och klipps därefter av distalt. Därefter placeras en ligaturloop runt den koagulerade stumpen och dras åt. Testikeln lämnas in situ.

##### **GnRH-injektion**

I en studie av Malmgren *et al.* (2001) undersöktes möjligheten att immunokastrera hingstar med GnRH-injektion. Vid immunokastrering stimuleras kroppen till att producera antikroppar mot GnRH för att minska produktionen av testosteron. Injektionen hade effekt av varierande grad hos de olika hingstarna men lyckades inte helt eliminera libido.

##### **Eftervård**

Rekommendationerna för eftervård vid kastration är relativt lika hos olika källor, med vissa mindre skillnader. Efter kastration rekommenderas boxvila den första dagen, för att minska risk för blödning, och därefter skrittmotion för hand i en till två veckor (Green, 2001; Lamas & Munroe, 2011; Schumacher, 2012). Lagom med rörelse förespråkas för att minska svullnad, det är därför viktigt med skrittmotion för hand och att inte förlita sig på att hästen rör sig själv tillräckligt mycket i hagen (Schumacher, 2012).

Hästen kan vara fertil i upp till sex veckor efter kastrering och bör därför inte släppas ihop med ston direkt efter kastrationen (Lamas & Munroe, 2011). Valackens möjlighet att göra ston dräktiga sjunker gradvis med tiden och är liten en vecka efter ingreppet, ytterligare tid åtskild från ston kan hjälpa till att minska hingstbeteendet (Arighi, 2007).

Oavsett metod för sårläkning bör såret inspekteras dagligen och hästens temperatur mätas de första två veckorna postoperativt (Lamas & Munroe, 2011). Icke-steroida antiinflammatoriska läkemedel (NSAID) kan ges de första två-tre dagarna efter ingreppet enligt behov.

## Komplikationer

Komplikationer av olika grad förekommer hos beaktansvärt många hästar efter genomgången kastration (Moll *et al.*, 1995). De flesta komplikationer är milda men åtskilliga kräver ett återbesök av veterinär för åtgärd eller medicinering. Komplikationer efter kastration förekommer oftare än vid någon annan planerad operation (Embertson, 2008).

I tabell 1A och 1B finns en jämförelse mellan olika kastrationsmetoder och relaterade komplikationer. Generell förekomst av komplikationer efter kastration har rapporterats mellan 16-60 % för stående kastration och 6-16 % för liggande kastration (Mason *et al.*, 2005; Kilcoyne *et al.*, 2013; Schroeder & Berkowitz, 2014; Robert *et al.*, 2017; Rosanowski *et al.*, 2017).

Tabell 1A. Jämförelse av olika studier med avseende på typ av studie, ansatts och totalt antal komplikationer efter kastration av häst. Antal hästar och kastrationsmetod finns i tabell 1B.

Författare	År	Studietyper	Ansatts	Totalt antal komplikationer
Moll <i>et al.</i>	1995	Tvärsnitt retrospektiv studie, USA	-	-
Sedrish & Leonard	2001	Fallserie, USA	Inguinal, liggande	4 (6,4 %)
Mason <i>et al.</i>	2005	Retrospektiv studie 2002-2004, UK	56 % stående 44 % liggande	27 (22,3 %) 6 (6,3 %)
Carmalt <i>et al.</i>	2008	Fältstudie, arbetshästar/bruks-hästar	Skrotal, liggande	9 (6,9 %)
Kummer <i>et al.</i>	2009	Retrospektiv studie 1997-2006, Schweiz	Inguinal, liggande	-
Kilcoyne <i>et al.</i>	2013	Retrospektiv studie (häst, åsna, mula) 1998-2008, USA	9,6 % stående, 90,4 % liggande. Ligatur på 17 hästar (5,2 %), varav 2 stående och 15 liggande.	33 (10,2 %)
Vaghela <i>et al.</i> (a;b)	2016	Fallserie	Skrotal, liggande	-
Robert <i>et al.</i>	2017	Retrospektiv studie 2007-2014, Frankrike	Inguinal, liggande	-
Rosanowski <i>et al.</i>	2017	Retrospektiv kohort studie 2007-2012, Hong Kong	Stående	150 (60 %)

Tabell 1B. Jämförelse av kastrationsmetod och efterföljande komplikationer mellan olika studier. Beskrivning av studiernas egenskaper finns i tabell 1A.

Författare	Kastrationsmetod	Antal hästar	Komplikationer		
			Blödning	Svullnad	Infektion
Moll <i>et al.</i>	Alla (obetäckt, betäckt, semi-betäckt)	23 229	566 (2,4 %)	6400 (27,6 %)	796 (3,4 %)
	Obetäckt, öppet sår <sup>1</sup>	9393	184 (2 %)	2545 (27,1 %)	304 (3,2 %)
	Betäckt, öppet sår <sup>1</sup>	2519	44 (1,8 %)	554 (22,0%)	55 (2,2 %)
	Semi-betäckt, öppet sår <sup>1</sup>	11 038	332 (3 %)	3256 (30 %)	432 (3,9 %)
Sedrish & Leonard	Obetäckt, ligatur, stängt sår	63	0	3 (4,8 %) <sup>2</sup>	0
Mason <i>et al.</i>	Obetäckt, öppet sår, stående häst	121	2 (1,7 %)	-	25 (20,7 %)
	Obetäckt, stängt sår, liggande häst	96	1 (1 %)	-	2 (2,1 %)
Carmalt <i>et al.</i>	Betäckt, ligatur, öppet sår	131	3 (2,3 %)	5 (3,8 %)	1 (0,8 %)
Kummer <i>et al.</i>	Obetäckt, två ligaturer, stängt sår	238	5 (2,1 %)	58 (24,3%)	0
Kilcoyne <i>et al.</i>	Betäckt* och semi-betäckt <sup>†</sup> , öppet sår	324	6 (1,9 %)	5(1,5 %)	7 (2 %)
Vaghela <i>et al.</i> (a;b)	Obetäckt, ligatur, stängt sår	6	0	5 (83,3 %)	1 (16,7 %) <sup>3</sup>
	Obetäckt, ligatur, öppet sår	6	0	6 (100 %)	0
	Betäckt, ligatur, stängt sår	6	1 (16,7 %)	1 (16,7 %)	1 (16,7 %) <sup>4</sup>
	Betäckt, ligatur, öppet sår	6	0	0	0
Robert <i>et al.</i>	Obetäckt, ligatur, stängt sår	159	12 (7,6 %)	3-24 (2-23 %) <sup>5</sup>	1 (1 %) <sup>6</sup>
Rosanowski <i>et al.</i>	Obetäckt, öppet sår	250	23 (9,2 %)	105 (70 %)	55 (36,7 %) <sup>7</sup>

<sup>1</sup> Framgår ej tydligt i studien om såren lämnades öppna. <sup>2</sup> Kraftig svullnad som krävde behandling, 8 (12,7 %) hade lindrig svullnad. <sup>3</sup> Skrotal abscess. <sup>4</sup> Infektion i suturlinjen. <sup>5</sup> Skillnad mellan korttids- och långtidsuppföljning. <sup>6</sup> Långtidsuppföljning av 105 hästar i studien. <sup>7</sup> Funikulit. \* Totala antalet komplikationer vid betäckt funikel var 15 (6,1 %). <sup>†</sup> Totala antalet komplikationer vid semi-betäckt funikel var 18 (23,4 %).

### Blödning

Lättare blödning de första minuterna efter att kastrationstången tagits bort eller hästen rest sig efter sövning är normalt (May & Moll, 2002; Barakzai & Perkins, 2006; Schumacher, 2012). Mindre blödningar från hud eller hinnor kräver oftast ingen åtgärd utan avtar ofta av själv. Däremot behöver kraftiga blödningar som kvarstår 15-30 min efter ingreppets slut åtgärdas. Den vanligaste källan till riklig blödning postoperativt är arteria testicularis, mindre vanligt är

blödningar från ytliga förgreningar av arteria pudenda externa (skrotala kärl) eller arteria cremasterica (kärl i musculus cremaster) (Getman, 2009; Mueller, 2015).

Vid åtgärd identifiera källan till blödningen, om funikeln är källan behöver den krossas igen med kastrationstång eller så kan hemostas uppnås genom ligering (metoderna kan även kombineras) (Getman, 2009; Schumacher, 2012). En mindre blödning kan även åtgärdas genom att packa kastrationsområdet med gasbinda och fästa den för att skapa ett mottryck (Embertson, 2008; Schumacher, 2012; Seabaugh, 2016).

För att minimera blödning från mindre kärl bör trubbig dissektion användas så mycket så möjligt vid framtagandet av testiklarna (Embertson, 2008). För att undvika blödning från a.cremasterica kan m.cremaster krossas separat från funikeln eller ligeras av. Robert *et al.* (2017) visade i en studie att ligering av m.cremaster minskar risken för blödning postoperativt. En cirkulär ligatur runt både m.cremaster och funikeln kan bli lösare och glida till följd av kontraktioner i m.cremaster vilket ytterligare stödjer separat ligering av muskeln (Schumacher, 2012).

Vid lindriga blödningar kan hematombildas (May & Moll, 2002). Så länge hematomet inte blir infekterat eller blödningen fortsätter brukar problemet lösa sig själv. Ett finnålsaspirat av hematomet rekommenderas inte då risk finns att introducera bakterier. Även manuell borttagning av hematomet bör undvikas då det kan börja blöda igen om koagel plockas bort.

Den vanligaste orsaken till blödning från funikeln är för kort anläggningstid av kastrationstången eller felaktig anläggning av emaskulatorens (den krossande delen ska vara mot hästen och den skärande delen mot testikeln). Vid kastration på betäckt funikel kan blödning orsakas av ligaturglidning (Rijkenhuizen, 2002) eller glidning av hinnor så att okrossad vävnad hamnat vid ligaturen. Det senare uppkommer främst av att hinnorna ej fixerats med peang innan Maschtången lossas. Ytterligare orsaker till blödning kan vara att hud från skrotum inkluderas i kastrationstångens grepp (Schumacher, 2012).

### **Svullnad/ödem**

En mindre svullnad i preputiet och skrotum anses vara normalt efter kastration, ödemet är som störst tre till fyra dagar efter ingreppet (Schumacher, 1996). Det bästa sättet för att minska svullnad och ödembildning är lagom med motion efter ingreppet. Äldre hästar har större risk att utveckla kraftigt ödem jämfört med yngre hästar (May & Moll, 2002).

Den vanligaste komplikationen efter kastration är svullnad (Embertson, 2008). Olika studier har rapporterat allt från 27 % (Moll *et al.*, 1995) till 3,8 % (Carmalt *et al.*, 2008). I en studie av Robert *et al.* (2017) var förekomsten av svullnad mellan 2 % direkt postoperativt till 23 % efter en veckas uppföljning. Fördelningen efter en vecka var 14,3 % lindrig svullnad och 8,6 % kraftig svullnad.

Kraftig svullnad beror oftast på att en för liten öppning för dränage lämnats eller att djurägaren inte rört på hästen tillräckligt efter ingreppet (Mueller, 2015). Detta leder till att huden läker



ihop för tidigt varvid vätska ansamlas och serom bildas. Kraftig svullnad som kvarstår länge kan även vara tecken på infektion. Kliniska symtom vid kraftigt svullnad kan vara hálta eller stel gång, ovilja att röra sig och onormal urinering, vilket föranleder vidare undersökning. Behandling av svullnad är ökat dränage där såret ges en större öppning, NSAID i 3-5 dagar och motion av hästen t.ex. longering.

### **Infektion**

Infektion i kastrationsområdet har ansetts vara den vanligaste komplikationen vid stående kastration (Barakzai & Perkins, 2006) och är den näst vanligaste komplikationen överlag (Getman, 2009). Det finns rapporterat incidenser mellan 2 % (Kilcoyne *et al.*, 2013) upp till 36,7 % (Rosanowski *et al.*, 2017). Kliniska tecken vid infektion är kraftig svullnad eller ödem i skrotum, pus/var, bakbenschálta, feber och smárta vid palpation. Behandling är ökat dränage, ökad rörelse, NSAID och antibiotika efter odling och resistensbestämning (Mueller, 2015).

### **Funikulit**

Funikulit är infektion i sädessträngen. Funikulit kan uppstå ur en infektion från kastrationsområdet som letat sig proximalt eller efter användning av kontaminerade kastrationstångar eller ligaturer (Getman, 2009). Obetäckt kastration predisponerar för funikulit i och med att hudsåret och vaginalhinnor lämnas öppna så att funikeln blir mer exponerad mot den yttre miljön (Embertson, 2008).

Funikeln kan även bli kroniskt infekterad, vanligen av *Staphylococcus* spp. (Getman, 2009). Såret i huden har då ofta läkt men funikeln fortsätter att svullna och det bildas abscesser. Kliniska tecken kan visa sig först månader till år efter ingreppet. Vid kronisk funikulit krävs att den infekterade delen avlägsnas kirurgiskt (Schumacher, 1996).

### **Peritonit**

En övergående lokal icke-septisk peritonit är vanligt vid kastration då tunica vaginalis är en förlängning av peritoneum och således har direkt kommunikation till bukhålan (Schumacher, 1996). Septisk peritonit däremot är ovanlig och uppkommer vid spridning av infektion från funikeln. Kliniska symtom på septisk peritonit är feber, kolik, takykardi, diarré, avmagring och ovilja att röra sig (Getman, 2009; Schumacher, 2012).

### **Framfall (av nät eller tarmar)**

Framfall av omentum (nätet) eller tarmar sker oftast de första 4-12 timmarna efter kastrationen men det finns fall rapporterat upp till flera dagar efteråt (Mueller, 2015). Vid nätframfall visar hästarna ofta inga symtom jämfört med vid tarmframfall då hästarna har måttlig till kraftig buksmärta.

Vid prolaps av omentum är det viktigt att försäkra sig om att inga tarmar eller andra viktiga anatomiska strukturer finns med, därefter kan nätet ligeras av och krossas med kastrationstång distalt om ligaturen (Mueller, 2015), alternativt bara klippas av. Hästen bör därefter hållas i stillhet i 48 timmar för att undvika recidiv (Schumacher, 2012).

Framfall av tarmar är en ovanlig men allvarlig komplikation. Drabbade hästar bör remitteras till klinik för åtgärd, spola av tarmarna med vatten och linda in i rena lakan som fästs mot hästens buk under transporten (Schumacher, 2012).

Ökad risk att drabbas av framfall kan ses hos vissa raser t.ex. amerikansk travare och arbetshästar (tunga kallblod), individer med bredare inguinalkanal (mer än två fingrar får plats) och djur med historik av inguinalbräck (Shoemaker *et al.*, 2004; Getman, 2009; Schumacher, 2012). Inför kastration kan rektalisering utföras för att känna inre inguinalringens bredd, åtgärder bör vidtas om mer än två fingrar (3-3,5 cm) får plats i öppningen (Embertson, 2008; Schumacher, 2012). Individer i riskzonen kan remitteras för kastration på betäckt funikel med placering av ligatur runt funikeln och eventuellt även suturering av den yttre inguinalringen (Mueller, 2015).

Orsaken till framfall har diskuterats och en teori är att det delvis beror på tryckskillnader som uppstår i bukhålan (Shoemaker *et al.*, 2004; Carmalt *et al.*, 2008). Vid obetäckt kastration uppstår en kommunikation mellan bukhålan och omvärlden, vid betäckt kastration kan en kommunikation uppstå om krossen av tunica vaginalis inte är tillräcklig och funikeln inte ligeras. När kommunikation uppstår ökar trycket i bukhålan och möjliggör framfall genom inguinalkanalerna. Alla kastrater får dock inte framfall vilket tyder på en kombination av bredden på inguinalringen, postoperativ svullnad (mekaniskt hinder) och tryckskillnad i bukhålan. Ligering av tunica vaginalis parietalis har visats minska risken avsevärt för framfall av nät eller tarmar (Carmalt *et al.*, 2008). Ligering förhindrar inflöde av luft i bukhålan och förhindrar uppkomst av en tryckgradient.

I en retrospektiv studie av Shoemaker *et al.* (2004) under åren 1998-2000 undersöktes förekomsten av tarm- och nätframfall 24 timmar efter kastration av 568 stycken 4-5 månader gamla arbetshästar. Både betäckt kastration utan ligatur (59 %) och obetäckt kastration (41 %) utfördes på patientunderlaget. 16 hästar (2,8 %) fick framfall av omentum och 27 hästar (4,8 %) fick tarmframfall, ingen signifikant statistisk skillnad kunde påvisas mellan betäckt och obetäckt kastration.

Förekomsten tarmframfall i studien av Shoemaker *et al.* (2004) är betydligt högre än andra studier med förekomster på 0,2 % (Moll *et al.*, 1995), 0,76 % (Carmalt *et al.*, 2008), 0,3 % (Kilcoyne *et al.*, 2013) och 0 % (Mason *et al.*, 2005; Kummer *et al.*, 2009; Robert *et al.*, 2017). En tänkbar orsak till den högre incidensen i studien av Shoemaker *et al.* (2004) är att den utfördes på arbetshästar som är en ras med rapporterad ökad risk för framfall och att det inte lades någon ligatur vid betäckt kastration (Schumacher, 2012; Kilcoyne *et al.*, 2013).

### **Hydrocele**

Hydrocele är en ansamling av serös vätska i skrotum som kan uppstå veckor till månader efter kastrationen (Schumacher, 2012; Mueller, 2015). Hydrocele är en ovanlig komplikation. Vätskeansamlingen är smärtfri och utan klinisk betydelse och behöver ingen behandling. Diagnos baseras på att vätskan/svullnaden i skrotum går att helt förskjuta upp i bukhålan

(Lamas & Munroe, 2011). Obetäckt kastration predisponerar för hydrocele (Schumacher, 1996).

## Ligatur

Det finns olika sätt att anbringa en ligatur runt a.testicularis vid kastrering men ännu finns ingen studie som visar vilken metod som är bäst vid ligerering av funikeln hos häst (Rijkenhuizen *et al.*, 2013). Antingen krossas och ligeras funikeln eller så placeras endast en ligatur. För extra säkerhet kan ligaturen förankras eller två ligaturer sättas, antingen ovanpå varandra eller med vävnad mellan. Vid obetäckt funikel räcker oftast en cirkulär ligatur medan en förankrad ligatur rekommenderas vid betäckt funikel (Hughes, 2012).

Vid ligerering är knuten avgörande för ligaturens hållbarhet. Rijkenhuizen *et al.* (2013) har i en studie jämfört två olika typer av förankrade ligaturer. En där ligaturen efter förankringen virades två varv runt funikeln och knöts kirurgiskt två parallell, och en annan där ligaturen efter förankringen virades ett varv runt funikeln, knöts kirurgiskt och därefter virades ytterligare ett varv runt funikeln och knöts igen. Dragstyrka och läckagetest utfördes på ligaturerna. Författarna fann att den första varianten gick snabbare att göra och mindre suturmateriel gick åt samt att den tål högre dragkrafter än den dubbla knuten.

Comino *et al.* (2016) har jämfört ligerering av funikeln med användning av Serra emaskulator vid betäckt och obetäckt kastration *ex vivo*. Läckagetester gjordes efter placering av emaskulator eller ligatur, eller emaskulator i kombination med ligatur. Vid obetäckt kastration erhöles hemostas med endast emaskulator, där en ligatur ytterligare kan ge ökad hemostas men inte är nödvändig. Vid betäckt kastration däremot gav en ligatur i kombination med emaskulator högre motståndskraft mot läckage än enbart emaskulator eller ligatur.

### Ligatur med öppet sår

Historiskt har ligatur vid öppna sår associerats med en högre infektionsrisk (Moll *et al.*, 1995; Schumacher, 1996). Risken med ligatur i öppna sår har då vägts mot fördelarna av minskad risk för blödning. På senare tid med användning av sterila suturmateriel och aseptisk teknik under allmän narkos är infektionsrisken inte längre förhöjd.

I en studie av Carmalt *et al.* (2008) utfördes kastration på betäckt funikel med en ligatur och såret lämnades öppet, förekomsten av infektion var 0,8 %. Kilcoyne *et al.* (2013) kastrerade 17 av 324 hästar (5,2 %) med ligatur där såret lämnades öppet, totala förekomsten av infektion i studien var 2 %. Vaghela *et al.* (2016a;b) utförde en studie på både betäckt och obetäckt funikel med ligatur och öppet sår, ingen av dessa fick en infektion.

Åsnor har förhållandevis stora kärl i testikeln och därför bör funikeln ligeras vid kastration (Sprayson & Thiemann, 2007). Kastration av åsnor görs oftast på betäckt funikel där en ligatur sätts runt funikeln som därefter krossas med emaskulator och såret lämnas öppet för att läka sekundärt.

## Buntband

Användning av kommersiellt tillgängliga buntband i plast (nylon) vid ligering av kärl har beskrivits hos bland annat nötkreatur (Ferreira *et al.*, 2015), hund (Macedo *et al.*, 2012) och häst (Cokelaere *et al.*, 2005; Rabelo *et al.*, 2008). Buntband har använts för att de är billiga och för att de snabbt och enkelt kan dras åt runt kärl. Problemet med att använda artificiella material är att de ger en kronisk främmandekroppsreaktion hos individen och därmed kan ge upphov till komplikationer.

Ferreira *et al.* (2015) har undersökt kalvar som kastrerats med nylonbuntband och jämfört med ligatur av Catgut. Inga skillnader postoperativt kunde ses mellan grupperna, vissa fick lindrig svullnad men inga större komplikationer noterades inom en veckas uppföljning. Ingreppet med buntband var enkelt att utföra och hemostas kunde åstadkommas inom några sekunder.

Macedo *et al.* (2012) har utvärderat användning av nylonbuntband vid kastrering av tikar (ovariehysterektomi) i fyra fall. Hos samtliga tikar sågs fibros och granulombildning runt buntbandet, i tre av fallen redan efter 1-2 veckor.

Buntband i nylon har även använts vid kastration av ston. Cokelaere *et al.* (2005) använde steriliserade buntband för att ligera av ovarierna vid laparoskopi. Uppföljning efter 3 månader visade helt inkapslade buntband och fibrosbildning. Ytterligare en studie av Rabelo *et al.* (2008) har använt autoklaverade buntband för att laparoskopiskt ligera av kärnen vid ovariektomi hos sto. 15-45 dagar efter ingreppet kunde små makroskopiska granulom ses vid buntbandet.

## LigaTie®

LigaTie® är ett resorberbart implantat vars funktion baseras på ett vanligt buntband (Höglund, 2012). Implantatet består av ett flexibelt, delvis perforerat, band som träs in genom en låsmekanism i bandets ena ände. Bandet kan endast föras åt ett håll genom låsmekanismen och bildar således en självlåsand ögla.

LigaTie® har använts vid ligering av funikeln vid kastration av hanhundar i en pilotstudie av Höglund *et al.* (2014). Resultaten från studien visar på implantatets biokompatibilitet i vävnaden och att ligering av funikel hos hund är möjlig med LigaTie®. Implantatet har även i andra studier använts för ligering av kärl och mesovarium hos tikar med goda resultat (Höglund *et al.*, 2011; da Mota Costa *et al.*, 2016).

## MATERIAL OCH METODER

### Det kirurgiska implantatet

De kirurgiska implantaten som användes framställdes av en resorberbar polymer som formsprutas till LigaTie®. Implantatet är en co-polymer bestående av glykolid och trimetylenkarbonat (TMC) motsvarande suturmaterialet Maxon™. Produkterna placerades därefter två och två i en Tyvek påse och därefter i aluminiumfolieförpackningar. Implantaten torkades i vakuum i minst sju dagar och steriliseras därefter med 25 kGy joniserande strålning. LigaTie® har måtten 4 mm bred, 0,65 mm tjock och 90 mm lång.

## Test ex vivo

### Del 1

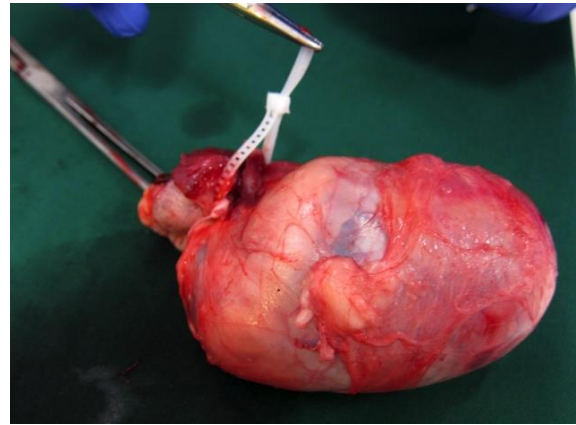
En testikel med tillhörande funikel togs direkt från en pågående kastration av en häst. Det resorberbara implantatet (LigaTie®) anlades runt funikeln (obetäckt) och drogs åt så mycket som möjligt med handkraft (figur 1 och 2). Därefter gjordes försök att med handkraft dra bandet i sidled längs funikeln för att provocera ”ligaturlidning”, kraften som användes uppmättes med newtonmätare till 20 N (figur 4).

### Del 2

Vid kastration av en shetlandspionnyhingst anlades vanliga buntband i plast runt obetäckt funikel och drogs åt med ett buntbandsverktyg (figur 3). Testet gick ut på att undersöka hur stor kraft (vilken inställning på buntbandsverktyget) som behövs för att komprimera funikeln och uppnå hemostas.



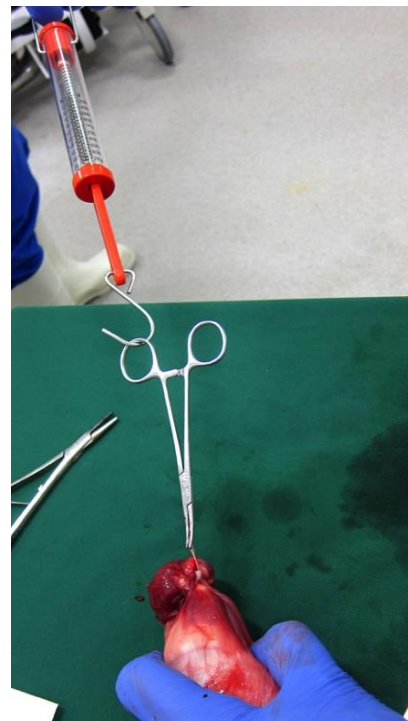
Figur 1 – LigaTie® visat för storleksuppfattning. Bild: Odd Höglund, 2017.



Figur 2 – Anläggning av LigaTie® runt funikel ex vivo. Bild: Odd Höglund, 2017.



Figur 3 – Verktyg för att dra åt buntband, här visad med LigaTie®. Bild: Odd Höglund, 2017.



Figur 4 – Mätning av sidledes dragkraft på LigaTie® vid försök ex vivo. Bild: Odd Höglund, 2017.

## Test *in vivo*

En hingst inköpt för att användas i undervisnings syfte och terminalt försök vid Sveriges Lantbruksuniversitet användes vid test av liggering av funikel med LigaTie® och vanliga buntband *in vivo*. Hingsten var en 15 år gammal svensk varmlodig travare och vägde 468 kg. Hingsten sövdes och lades i rygläge på ett operationsbord.

Premedicinering med acepromazin, detomidin, morfin och flunixin. Induktion på ketamin, midazolam och thiopental. Underhåll av anestesi med isofluran 2 % i luft. Voluven gavs intravenöst under hela narkosen. Dobutamin gavs vid tre tillfällen när blodtrycket började sjunka.

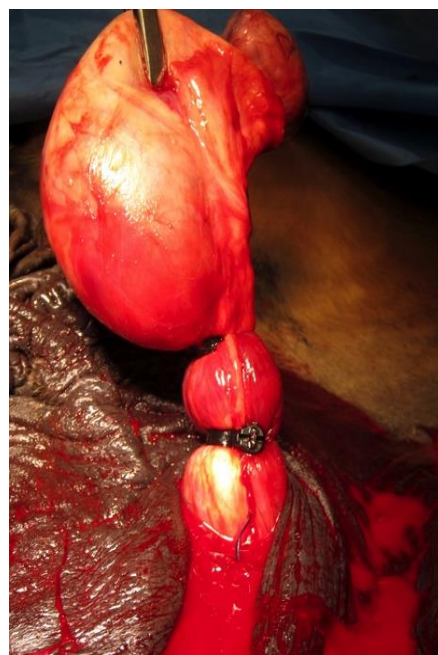
Ett 8 cm långt snitt lades ca 2 cm från raphe över vänster testikel genom hud och underhud. Testikel och tunica vaginalis parietalis togs fram och lossades från överliggande hinnor och ligament med trubbig dissektion. Två krossfåror gjordes med peang med ca 2 cm mellanrum över funikeln. I båda krossfårorna placerades ett buntband, 7,6 mm brett, som drogs åt med buntbandsverktyg, inställt på 75 % av maximal åtdragningskraft (figur 3 och 6). Vid maximal åtdragning med verktyget klipptes buntbandet automatiskt av. Testikeln klipptes därefter av med sax 1,5 cm från det mest distala buntbandet.

Ytterligare ett ca 8 cm långt snitt lades ca 2 cm från raphe över höger testikel genom hud, underhud och tunica vaginalis parietalis. Testikeln togs fram och funikeln krossades med Maschtång i ca 2 min. Därefter anlades LigaTie® i krossfåran och drogs åt maximalt med handkraft och klipptes av med sax (figur 5). Funikeln klipptes av med sax ca 1,5 cm från implantatet.

Efter kastrationen lades hingsten i sidoläge på höger sida. Kontroll av hemostas gjordes direkt efter kastration och en gång i timmen i totalt sex timmar. Blodtryck mätt via artärkateter i arteria transversa faciei noterades vid varje hemostaskontroll samt genom hela narkosens förlopp fram till medicinsk avlivning. Kastrationsstället undersöktes därefter post mortem.



Figur 5 – LigaTie® runt funikel vid försök *in vivo*. Bild: Odd Höglund,



Figur 6 – Två buntband runt funikeln vid test *in vivo*. Bild: Odd Höglund, 2017.

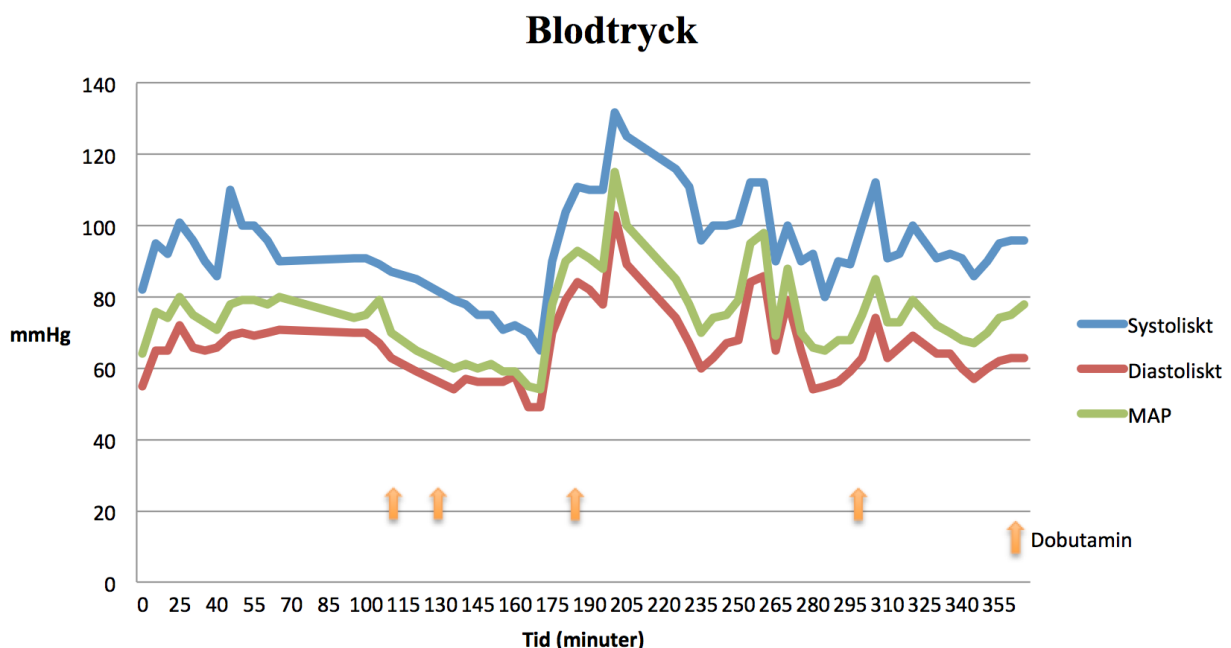
## RESULTAT

Vid test *ex vivo* del 1 kunde inga tecken på förflyttning av implantatet i vävnad observeras vid sidledes dragning.

Vid test *ex vivo* del 2 behövde mekanismen i det använda buntbandsverktyget vara inställd på ca 75 % av max för att erhålla hemostas. 75 % av maximal åtdragning motsvarar på det använda buntbandsvektyget 103 N (Pluszynski, U., Carl Kammerling International Ltd, pers. medd., 2017).

Vid alla hemostaskontroller vid försöket *in vivo*, en period på totalt 7 timmar, bedömdes hemostasen som fullgod. Vid post mortem undersökning sågs inget stort koagel. Det fanns inga tecken på att buntbanden eller LigaTie® hade glidit ur position.

Hästens blodtryck under operationen visas i figur 7. Dobutamingiva och ändringar i infusionshastighet visas med en orange pil. Infusionshastighet varierade mellan 2-8 ml/h, se tabell 2.



Figur 7 – Hästens blodtryck under narkos vid försök *in vivo*. Tid 0 minuter motsvarar den tidpunkt då kastrationen utfördes. Figur: Daniela Mirbt, 2017.

Tabell 2. Dobutamin – tidpunkt för giva och ändring infusionshastighet

Tid (min)	165	175	230	350
Infusionshastighet (ml/h)	8	6	2	4

## DISKUSSION

### Resultaten från pilotförsöket

I detta pilotförsök testades om hemostas vid kastration av hingst kunde uppnås med ett resorberbart självlåsandande implantat. I försöket *in vivo* erhöles hemostas dels med två buntband med ca 2 cm mellanrum på betäckt funikel åtdragna med buntbandsverktyg efter lättare kross med peang, och dels med LigaTie<sup>®</sup> åtdragen för hand runt obetäckt funikel efter kross med Maschtång i ca 2 minuter.

Målet med en ny kastrationsmetod bör vara att förenkla ingreppet så att det går snabbare, är säkrare och att risken för perioperativa komplikationer minimeras. I försöket var målet att utvärdera en enkel och snabb metod för kastration av häst med LigaTie<sup>®</sup> för att säkerställa hemostas, med eller utan krossfåra med peang eller Maschtång. En vidareutveckling av den testade metoden där buntbandet dras åt med ett förutbestämt moment efter en snabb kross med peang skulle på stående häst innebära att kirurgen bara behöver vara vid såret en gång då hela kastrationsmomentet kan utföras i en följd utan väntetid. Detta skulle innebära en ökad säkerhet för kirurgen som redan befinner sig i ett utsatt läge vid stående kastration. En minskad hantering av vävnaden och förkortad operationstid skulle också minska risken för hanteringsberoende kontaminering av sårområdet.

Hingsten som försöket utfördes på var 15 år och hade därför välutvecklade kärl och hinnor; en stor funikel med mycket vävnad att komprimera vilket gjorde att implantatet testades under utmanande förhållanden. Vid försöket på betäckt funikel gjordes krossfåror med peang och därefter ett försök att anlägga LigaTie<sup>®</sup>. Då funikeln var stor och LigaTie<sup>®</sup> bara är 90 mm lång var det inte helt lätt att stänga, vid åtdragning med buntbandsverktyg gick implantatet av innan det var fullgott åtdraget. Istället testades då att anlägga buntband i plast som var bredare och längre med måtten 7,6 mm och 223 mm, dessa drogs åt med buntbandsverktyg. Detta fungerade såtillvida att när det var maximalt åtdraget klipptes buntbandet av. Enligt uppgift från tillverkarna av buntbandsverktyget motsvarar 75 % av maximal åtdragning 103 N men detta är inget som uppmättes i studien. För att kunna standardisera metoden behöver kraften, som buntbandet dras åt med innan det klipps av, mätas upprepade gånger för att få ett tillförlitligt värde.

På den andra testikeln testades istället LigaTie<sup>®</sup> på obetäckt funikel. Här gjordes en krossfåra med Maschtång och LigaTie<sup>®</sup> anlades och drogs åt med handkraft istället. Även detta räckte för att få hemostas.

En fördel med att använda ett buntbandsverktyg är att det går att ställa in kraften med vilken den ska dra åt, detta för att kunna säkerställa att en god hemostas uppnås. Det kan finnas en osäkerhet i hur hårt Maschtången behöver dras åt för att ge tillräcklig hemostas. Optimalt vore att ta fram en standardiserad metod med buntbandsverktyg och resorberbart buntband och veta vilken kraft som krävs för att ge tillräcklig hemostas, utan initial kross med Maschtång.

I försöket var uppföljningstiden 7 timmar under vilken hästen låg i sidoläge. Blodtrycket mättes för att se vid vilket tryck som buntbanden och LigaTie<sup>®</sup> klarade av att vidmakthålla hemostas.



Blödning uppstår vanligtvis när hästen rest sig upp och blodtrycket var periodvis uppe i nivåer som för en stående häst, trots detta höll buntbanden och LigaTie® hemostas. I försöket studerades dock inte om hemostasen hade varit tillräcklig efter ett resningsmoment och det ökade venösa blodtryck som uppstår då funikeln hamnar under hjärtats nivå ganska snart efter att ligaturerna anbringats. Ingen ligaturglidning hade skett och inget koagel upptäcktes extravasalt vid post mortem undersökning vilket ytterligare stärker tesen om adekvat hemostas.

Inget koagel upptäcktes vid post mortem undersökning vilket ytterligare stärker tesen om god hemostas. Ingen ligaturglidning hade skett, hästen hade då vänts från ryggläge till sidoläge och därefter igen till ryggläge post mortem.

Vår tolkning av resultatet var att för fortsatt utveckling och framtida användning av LigaTie® till hästar behövs en vidareutveckling av implantatet för att framställa en variant med större dimensioner med förbättrade mekaniska egenskaper. Detta för att underlätta applikation runt funikel på hästar.

## **Kastrationsmetoder och komplikationer**

Det finns många olika kastrationsmetoder; stående eller liggande, skrotalt snitt eller inguinalt snitt, betäckt eller obetäckt funikel, olika kastrationstänger, med eller utan ligatur, olika ligaturer osv. Oavsett många olika metoder är komplikationsgraden ändå förhållandevis hög. Den traditionella och vanligaste metoden är fortfarande stående häst i fält med obetäckt funikel. I en retrospektiv studie av Rosanowski *et al.* (2017) på fullblod i HongKong var komplikationsgraden mycket hög (36,7 %), detta trots att metoden med stående häst och obetäckt funikel har använts länge och väl.

Målet med en ny kastrationsmetod bör vara att minska de höga komplikationsgraderna. Förutom själva metoden är även eftervården viktig för att ge såret optimala läkningsförhållanden. Det finns studier som har undersökt och jämfört betäckt och obetäckt funikel, olika kastrationstänger, olika ligaturer, olika hästraser och så vidare. Men komplikationer förekommer i alla fall. Då den vanligaste komplikationen är svullnad (Embertson, 2008) är det rimligt att ge NSAID postoperativt (Lamas & Munroe, 2011; Mueller, 2015). Även motion postoperativt är bra för att motverka svullnad och en viss svullnad måste anses som normalt efter ett dylikt kirurgiskt ingrepp. Det är svårt att läsa sig till vilken grad av svullnad som räknats som komplikation i tidigare nämnda studier vilket kan förklara en del av komplikationsskillnaderna mellan rapporter. Antalet medverkande kirurger och deras respektive teknik och färdighet är också en variabel som kan ha påverka frekvensen kastrationskomplikationer.

Infektioners uppkomst bör förhindras med god aseptik, minimal traumatisering av vävnad som måste lämnas kvar och eftervård istället för att rutinemässigt sätta in antibiotika. Blödning är en komplikation som kan minimeras genom en ordentlig kross med tång eller med en ligatur. En metod med ett resorberbart buntband är då ett enkelt sätt att åstadkomma hemostas och ett sätt att standardisera så att resultaten skiljer sig mindre mellan operatörer.

Är det en riskfaktor att låta kastrationstängerna sitta länge och kan det ge upphov till fler komplikationer? Det finns ännu ingen studie gjord där graden av komplikationer jämförts mellan olika anläggningstid av kastrationstång. Det finns olika vedertagna tumregler för hur länge kastrationstången bör sitta, ”ju längre desto bättre”, ”en minut per levnadsår” men det finns inga vetenskapliga bevis för dessa. Om vävnad exponeras under längre tid, kan det ge en försämrad läkning och ökad risk för komplikation? Tyvärr finns det ännu ingen studie publicerad där graden av komplikationer jämförts mellan olika anläggningstid av kastrationstång.

En komplikation till kastration som inte diskuterats så mycket tidigare är neurom. I ett pilotförsök av Bengtsdotter (2017) har förekomst av neurom vid funikelstumparna hos kastrerade valacker undersökts. I studien påvisades neurom vid kastrationsstället men om dessa orsakar smärta är ännu oklart. Vidare diskuteras om det är vävnadskrossen från kastrationstängerna som ger upphov till neurom och om förekomsten i så fall skulle minska vid användning av andra kastrationsmetoder t.ex. enbart ligerering för att erhålla hemostas. Hur kastrationsmetoden påverkade utfallet undersöktes inte i Bengtsdotters studie (2017). Kan det vara så att en längre anläggningstid ger högre förekomst av neurom?

Litteraturgenomgången inkluderade inga studier från Sverige och speglar därför inte de svenska förhållandena eller tillvägagångssätten. Metoderna som använts skiljer sig en del från det som är vanligast i Sverige med avseende på kastrationstång och anläggningstid och det är inte säkert att resultaten kan extrapoleras till svenska förhållanden. I Sverige är traditionen vid stående kastration att använda enbart krossande tång (Maschtång) som får sitta på i allt från 5-15 minuter. Även den perioperativa omvårdnaden och medicineringen kan skilja sig, med avseende på användning av NSAID och antibiotika, mellan veterinärer och länder. I Sveriges Veterinärmedicinska Sällskaps (SVS) antibiotikapolicy för häst (2013) anses perioperativ antibiotika i normalfallet inte vara indicerat vid kastration men kan i vissa fall behövas, då främst vid obetäckt funikel i fältsituation.

Metoderna vid stående och liggande kastration på häst har olika fördelar och nackdelar, därför är det viktigt med anpassning till rådande förhållanden när val av metod görs. Fördelen med stående kastration och obetäckt funikel är att det är ett enkelt ingrepp som går snabbt och därmed också är billigare. Betäckt funikel är svårt att utföra på stående häst varför hästarna vanligtvis sövs och kastas vilket i sig bidrar till längre tidsåtgång och ökad kostnad. När hästen sövs tillkommer även de risker som anestesi i sig medför och risken för trauma vid uppvak. Fördelarna med liggande kastration är bättre möjlighet till aseptik och att sårhålan då kan sutureras vilket möjliggör en snabbare läkning (Vaghela *et al.*, 2016b). Mason *et al.* (2005) hade en komplikationsgraden på 22 % vid stående kastration med öppet sår jämfört med 6 % komplikationer vid liggande kastration där såret suturerades. Hos Kilcoyne *et al.* (2013) fick 5 av 31 (16 %) hästar som kastrerats stående komplikationer jämfört med 28 av 293 (9,6 %) som kastrerats liggande, dock skiljde sig inte odds ratio att drabbas av komplikation mellan dessa två grupper.

Som tidigare nämnts leder primär sårsläkning normalt till en snabbare läkning och färre komplikationer jämfört med sår som lämnas öppna (Mason *et al.*, 2005; Embertson, 2008;

Robert *et al.*, 2017). Men, Vaghela *et al.* (2016a;b) rapporterade fler komplikationer vid stängt sår än öppet sår, dock var totalantalet hästar i studien lågt (24st) och därför är det svårt att dra några slutsatser från den.

En begränsande faktor vid jämförelse mellan olika studier är att de alla har olika gräns, gradering och bedömning av vad som anses vara en komplikation. Exempelvis är infektion ett brett begrepp som i en studie innebär skrotal abcess och i en annan funikulit. För att förenkla tabell 1B ovan samlades alla olika typer av infektioner under en rubrik vilket bör tas hänsyn till innan slutsatser dras.

Vid jämförelse mellan studier är det många olika faktorer som påverkat utfallet. Kirurgen som utför kastrationen kan ha en betydande påverkan på förekomst av komplikationer med avseende på dennes teknik och erfarenhet. I de refererade studierna är det mycket olika hur många kirurger som kastrerat hästarna och alla studier har inte ens redovisat antalet kirurger som utfört kastrationerna. Kilcoyne *et al.* (2013) inkluderade kastrationer utförda av veterinärstudenter under noga övervakning av en erfaren veterinär medan hos Mason *et al.* (2005) utfördes alla stående kastrationer (121st) av endast två olika veterinärer. Robert *et al.* (2017) rapporterade att kirurgens erfarenhet (certifierad kirurg jämfört med resident) inte hade en signifikant påverkan på korttidskomplikationer vid kastration av häst med slutning av vaginalhinnor och primär sårläkning. Rosanowski *et al.* (2017) hade en hög förekomst komplikationer i sin studie och diskuterade kirurgens påverkan på utfallet då hästarna kastrerades av 13 olika veterinärer. Författarna menade att kirurgens teknik kan ha betydelse även om det var erfarna veterinärer som utförde kastrationerna.

Ytterligare en begränsande faktor vid jämförelse mellan studier är användandet av olika kastrationsmetoder eller kastrationstänger. Comino *et al.* (2016) jämförde Serra och Reimer emaskulator *ex vivo* och fann att Reimer emaskulatoren var bättre vid obetäckt kastration.

Antalet hästar i studierna är generellt hög vilket är en styrkefaktor. Geografiska skillnader kan jämföras i tabell 1A och 1B där det förekommer hästpopulationer från stora delar av världen; Nordamerika, Europa och Asien. Huruvida det är skillnader i kirurgisk teknik, eftervård, klimat vid tidpunkten för kastrationen eller hur bedömning av komplikationerna gjorts som påverkat frekvensen av komplikationer går tyvärr inte att utläsa.

I flera studier undersöks förekomst av postoperativa komplikationer. Beroende på uppföljningstid kan resultaten skilja sig. Förekomsten komplikationer inom 24 timmar med medicinering jämfört med efter en veckas hemvistelse med eftervård av djurägaren kan ge två helt olika komplikationsincidenser.

Vissa raser t.ex. arbetshästar är så kallade "riskraser" för att drabbas av vissa komplikationer t.ex. framfall. Studier där man enbart kastrerat hästar av sådan ras är därför svåra att jämföra med studier som inkluderat en mer spridd hästpopulation.

## Ligatur vid kastration

Fördelen med att använda en ligatur är minskad risk för blödning (Robert *et al.*, 2017) och framfall av nät eller tarmar (Carmalt *et al.*, 2008). Historiskt har det sagts att om såret lämnas öppet och har en ligatur så ger det upphov till fler komplikationer i form av infektion (Moll *et al.*, 1995) men flera studier på senare tid visar att så inte är fallet (Carmalt *et al.*, 2008; Vaghela *et al.*, 2016a;b). Då det inte verkar vara en ökad infektionsrisk med användning av ligatur i sår som lämnas öppna bör det inte vara kontraindicerat att använda sig av LigaTie®. Placering av ligatur och lämnande av öppet sår görs rutinmässigt vid kastration av åsna utan rapport om ökad frekvens komplikationer (Sprayson & Thiemann, 2007).

Det finns sedan tidigare beskrivet försök med vanliga buntband i plast vid kastration av hund, häst (sto) och nöt (Cokelaere *et al.*, 2005; Rabelo *et al.*, 2008; Macedo *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*, 2015). I försöken beskrivs fördelarna av enkel applikation och inga allvarliga rapporterade komplikationer. Trots den låga graden komplikationer blir det ändå en kronisk främmandekroppsreaktion och materialet finns kvar i djuret permanent. I flera av studierna där vanliga buntband användes var uppföljningstiden relativt kort, då det kan ta lång tid för kroniska komplikationer att visa sig krävs längre uppföljningstid för att kunna dra slutsatser om långtidseffekter. Vid användning av ett kirurgiskt resorberbart implantat torde den kroniska vävnadsreaktionen minimeras då implantatet försvinner med tiden.

## KONKLUSION

Fler studier behövs för att kunna ta fram ett kirurgiskt resorberbart implantat med rätt dimensioner och mekaniska egenskaper för att optimera användningen på häst. I denna studie erhöles hemostas med två buntband på betäckt funikel och LigaTie® i krossfåra efter Maschtång på obetäckt funikel.

## REFERENSER

- Abou-Ahmed, H.M., EL-Kammar, M.H., EL-Neweshy, M.S., Abdel-Wahed, R.E. (2011). Comparative evaluation of three in situ castration techniques for sterilizing donkeys: Incision–ligation (a novel technique), section–ligation–release, and pinhole. *Journal of Equine Veterinary Science*, 32:711-718.
- Arighi M. (2007). Testicular descent and cryptorchidism. I: Samper JC, Pycock JF, McKinnon AO (red), *Current Therapy in Equine Reproduction*. St. Louis: Saunders Elsevier, 185-194. Tillgänglig: ScienceDirect. [2017-10-09]
- Barakzai S., Perkins J. (2006). Complications of equine castration. *UK Vet Companion Animal*, 11(8): 12-16.
- Bengtsson, E.A. (2017). Histological investigation of the testicular nerves at the castration site in geldings. Sveriges lantbruksuniversitet. Kliniska vetenskaper/Veterinärprogrammet (Examensarbete 2017:15)
- Carmalt J.L., Shoemaker R.W., Wilson D.G. (2008). Evaluation of common vaginal tunic ligation during field castration in draught colts. *Equine Veterinary Journal*, 40:597-598.
- Cokelaere S.M., Martens A.M., Wiemer P. (2005). Laparoscopic ovariectomy in mares using a polyamide tie-clip. *Veterinary Surgery*, 34:651-6.
- Comino, F., Giusto, G., Caramello, V., Pagliara E., Bellino C., Gandini, M. (2016). Ex vivo comparison of the giant and transfixing knot in equine open and closed castration. *Equine Veterinary Journal*, 48:765-769.
- Comino, F., Giusto, G., Caramello, V., Gandini, M. (2017). Do different characteristics of two emasculators make a difference in equine castration? *Equine Veterinary Journal*, doi:10.1111/evj.12713. [2017-08-28]
- da Mota Costa M.R., de Abreu Oliveira A.L., Ramos R.M., de Moura Vidal L.W., Borg N., Höglund O.V. (2016). Ligation of the mesovarium in dogs with a self-locking implant of a resorbable polyglycolic based co-polymer: a study of feasibility and comparison to suture ligation. *BMC Research Notes*, 9:245.
- Ferreira C.S., Caldas A.F.d.S., de Abreu A.P.M., Sartori F., Ferreira A.P., Gomes G.M., Peixoto Jr K.d.C., Crespilho A.M. (2015). Evaluation of nylon cable ties as an alternative method of preventive hemostasis for bovine orchietomy. *Andrology* (Los Angel) 4:149. doi:10.4172/2167-0250.1000149. [2017-08-28]
- Getman, L.M. (2009). Review of castration complications: strategies for treatment in the field. *American Association of Equine Practitioners Proceedings*, 51:374-378.
- Green P. (2001). Castration techniques in the horse. *In Practice*, 23:250-261.
- Hughes T. (2012). A sore point. *Equine Health*, 7:26-30.
- Höglund O.V., Hagman R., Olsson K., Mindemark J., Borg N., Lagerstedt A-S. (2011). A new resorbable device for ligation of blood vessels - A pilot study. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 53:47.
- Höglund, O.V. (2012). *A Resorbable Device for Ligation of Blood Vessels. [L<sub>SEP</sub>]Development, Assessment of Surgical Procedures and Clinical Evaluation*. Diss. Sveriges Lantbruksuniversitet.

- Höglund O.V., Ingman J., Södersten F., Hansson K., Borg N., Lagerstedt A-S. (2014). Ligation of the spermatic cord in dogs with a self-locking device of a resorbable polyglycolic based co-polymer – feasibility and long-term follow-up study. *BMC Research Notes*, 7:825.
- Kilcoyne, I. (2013). Equine castration: a review of techniques, complications and their management. *Equine Veterinary Education*, 25:476-482.
- Kilcoyne, I.K., Watson, J.L., Kass, P.H., Spier, S.J. (2013). Incidence, management, and outcome of complications of castration in equids: 324 cases (1998–2008). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 242:820-825.
- Kummer M., Gyax D., Jackson M., Bettschart-Wolfensberger R., Furst A. (2009). Results and complications of a novel technique for primary castration with an inguinal approach in horses. *Equine Veterinary Journal*, 41:547-551.
- Lamas L., Munroe G. (2011). Equine castration. I: Weese S., Munroe G. (red.), *Equine Clinical Medicine, Surgery and Reproduction*. Boca Raton: CRC Press, 374-380.
- Macedo A.S., Dal-Bo I.D., de Quadros A.M., Brambatti G., dos Reis K.D.H.L., Brun M.V., Alievi M.M., Beck C.A.D. (2012). Complications associated with ovariohysterectomy using nylon tie-rape as an hemostatic method. *Acta Scientiae Veterinariae*, 40(4):1-5.
- Malmgren, L., Andresen, Ø., Dalin, A.-M. (2001), Effect of GnRH immunisation on hormonal levels, sexual behaviour, semen quality and testicular morphology in mature stallions. *Equine Veterinary Journal*, 33:75-83.
- Mason, B.J., Newton, J.R., Payne, R.J., Pilsworth, R.C. (2005). Costs and complications of equine castration: a UK practice-based study comparing ‘standing nonsutured’ and ‘recumbent sutured’ techniques. *Equine Veterinary Journal*, 37:468-472.
- May K.A., Moll H.D. (2002). Recognition and management of equine castration complications. *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian*, 24:150-162.
- Moll, H.D., Pelzer, K.D., Pleasant, R.S., Modransky, P.D., May, K.A. (1995). A survey of equine castration complications. *Journal of Equine Veterinary Science*, 15:522-526.
- Mueller P.O.E. (2015). How I Manage Castration Complications in the Field. *American Association of Equine Practitioners Proceedings*, 61:209-216.
- Rabelo R.E., Silva L.A.F., Sant’Ana F.J.F., Silva M.A.M., Moura M.I., Franco L.G.M., Lima C.R.O. (2008). Use of polyamide tie-rape for ovarioectomy in standing mares. *Acta Scientiae Veterinariae*, 36(2): 119-125.
- Rijkenhuizen, A.B.M. (2002). Treatment of hemorrhage after castration by laparoscopic ligation of the spermatic cord in two horses. *Pferdeheilkunde* 18:339-342.
- Rijkenhuizen, A.B., Sommerauer, S., Fasching, M., Velde, K., Peham, C. (2013). How securely is the testicular artery occluded by using a ligature? *Equine Veterinary Journal*, 45:649-652.
- Robert, M., Chapuis, R.J.J., De fourmestraux, C., Geffroy, O.J. (2017). Complications and risk factors of castration with primary wound closure: Retrospective study in 159 horses. *Canadian Veterinary Journal*, 58:466-471.
- Rosanowski, S., MacEoin, F., Graham, R. J. T. Y., Riggs, C. M. (2017). Open standing castration in Thoroughbred racehorses in Hong Kong: Prevalence and severity of complications 30-days post-castration. *Equine Veterinary Journal*, Accepted Author Manuscript. doi:10.1111/evj.12758. [2017-09-19]

- Saifzadeh S., Hobbenaghi R., Asri-Rezaei S., Shokouhi S.J., Naghadeh B., Rohi S.M. (2008). Evaluation of section ligation release (SLR) technique devised for castration in the stallion. *Reproduction in Domestic Animals*, 43:678-84.
- Schroeder O.E. & Berkowitz S.J. (2014). Incidence of complications associated with use of the Henderson equine castrating instrument. *American Association of Equine Practitioners Proceedings*, 316.
- Schumacher, J. (1996). Complications of castration. *Equine Veterinary Education*, 8:254-259.
- Schumacher J. (2012). Testis. I: Auer J.A., Stick J.A. (red.), *Equine Surgery*. 4. uppl. St. Louis: Elsevier Saunders, 804-840.
- Seabaugh K. (2016). The Nuts and Bolts of Equine Castration. *NAVC Conference: Large Animal – Equine*, 228-229.
- Sedrish S.A. & Leonard J.M. (2001). How to perform a primary closure castration using an inguinal incision. *American Association of Equine Practitioners Proceedings*, 47:423-425.
- Shoemaker R., Bailey J., Janzen E., Wilson D.G. (2004). Routine castration in 568 draught colts: incidence of evisceration and omental herniation. *Equine Veterinary Journal*, 36:336-340.
- Sprayson T. & Thiemann A. (2007). Clinical approach to castration in the donkey. *In Practice*, 29:526-531.
- SVS, Sveriges veterinärmedicinska sällskap. (2013). *Riktlinjer för användning av antibiotika inom hästsjukvård*. Tillgänglig: <http://www.svf.se/Documents/sallskapet/Hästsektionen/Anitibiotikapolicy%20häst.pdf> [2017-10-20]
- Vaghela, D. V., Tank, P. H., Vadhavia, J. V., Dodiya, V. D., Dodiya, P. G., Solanki, K. P. (2016a). Comparative evaluation of open-close method of castration with and without suturing of the scrotal wound: a report of 12 cases. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 5(4):2387-2394.
- Vaghela, D. V., Tank, P. H., Vadhavia, J. V., Dodiya, P. G., Dodiya, V. D., & Khatariya, M. D. (2016b). Open-open method of castration with comparison to non-suturing and suturing of the scrotal wound: a report of 12 cases. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 5(4):2507-2515.