



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för Biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Examensarbete 2010:48

NERVER I KARPALA FLEXORRETINAKLET PÅ HÄST

Gustaf Croon

Uppsala

2009

Examensarbete inom veterinärprogrammet

ISSN 1652-8697

SLU
Sveriges Lantbruksuniversitet

NERVER I KARPALA FLEXORRETINAKLET PÅ HÄST

Gustaf Croon

*Handledare: Fredrik Södersten, Institutionen för Biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap
Biträdande Handledare: Karl Ljungvall, Mälaren Hästklinik AB*

Examinator: Stina Ekman, Institutionen för Biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

*Examensarbete inom veterinärprogrammet, Uppsala 2009
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för Biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap
Kurskod: EEF001, Nivå X, 30hp*

Nyckelord: Häst, Karpaltunnelsyndrom, Flexorretinakel, karpus

*Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>
ISSN 1652-8697
Examensarbete 2010:48*

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	2
SUMMARY.....	3
INLEDNING.....	4
LITTERATURÖVERSIKT.....	5
Karpaltunnelns anatomi hos häst.....	5
Karpaltunnelsyndrom hos människa.....	6
Karpaltunnelsyndrom hos häst.....	7
MATERIAL OCH METOD.....	10
RESULTAT.....	16
DISKUSSION.....	24
TACK TILL.....	27
LITTERATURFÖRTECKNING.....	28

SAMMANFATTNING

Karpaltunnelsyndrom på häst orsakar belastningshålla och/eller rörelsestörning och är en diagnos som ställs allt oftare. Tidigare har karpaltunnelsyndrom diagnostiserats i samband med förträngningar i karpaltunneln som orsakat retning och inflammation. Under senare år har antalet diagnostiserade karpaltunnelsyndrom ökat markant och ökningen utgörs nästan uteslutande av fall med ej fastställd etiologi (idiopatiska). I dessa fall saknas platssockuperande strukturer i eller i anslutning till karpaltunneln som kan förklara smärtan och rörelsestörningen.

Karpaltunnelsyndrom diagnosticeras med hjälp av ultraljud, röntgen och anestesi. Karpaltunnelsyndrom behandlas antingen konservativt (vila och kortikosteroider) eller med kirurgisk klyvning av karpala flexor retinaklet. Klyvningen av retinaklet anses öka utrymmet och därigenom minska trycket i karpaltunneln. En annan hypotes är att vid anskärningen av retinaklet skadas/snittas nerver i området så att smärtan elimineras.

I denna studie beskrivs karpala flexorretinaklet från normala hästar, utan historia av karpaltunnelsyndrom, histologiskt för att kvantifiera (antalet) och även kvalitetsbedömma (storleken) nerverna i operationsområdet. Syftet med studien är att undersöka hypotesen om nervsnittning.

Karpala flexorretinaklet från 23 ben från 13 individer har undersökts histologiskt. Histologin för området som berörs av tenoskopisk klyvning av karpala flexorretinaklet har beskrivits och antalet tvärsnittade nerver i det området räknats. För att konfirmera den histologiska bedömningen av nerver samt bättre illustrera nerverna gjordes immunohistokemi med markör för nervvävnad (S-100) på ett mindre antal av preparaten.

Den del av karpala flexorretinaklet som berörs vid tenoskopisk klyvning består av kollagena fiberbuntar, huvudsakligen horisontellt orienterade, innehållande stråk av lucker bindväv med kärl och nerver. Nerverna är små med en diameter av 10-50 μm och en huvudsaklig vertikal riktning, parallellt med klyvningssnittet. Studien visar ej heller någon förekomst av större nerver (diameter) i operationsområdet. Det låga antalet nerver samt deras ringa diameter talar emot hypotesen att det är nervsnittning vid operationen som ger en förbättring av symptomen.

För att förbättra diagnosmetoder och behandling krävs fördjupade studier av flexorretinaklet i framtiden. För att bättre förstå bakgrunden till symptomen bör material från karpaltunnlar från hästar med symptom men utan makroskopiska förändringar jämföras med motsvarande strukturer från hästar utan kliniska symptom.

SUMMARY

Carpal tunnel syndrome has been diagnosed in equines for decades, however in later years there has been a significant increase in the number of diagnosis made. Space-occupying lesions in the carpal canal are the classical etiology of carpal tunnel syndrome. However, the increase of clinical cases with this syndrome appears to be an idiopathic carpal tunnel syndrome without macroscopic lesions in the carpal tendon sheath.

In the classical syndrome it has been suggested that, increased pressure in the carpal tendon sheath trigger inflammation and subsequent pain. This explains the beneficial treatment of surgical decompression. However, this cannot explain why the surgical decompression of idiopathic carpal tunnel syndrome is considered beneficial.

The objective of the study was to determine the histological normal morphology of the carpal flexor retinaculum in healthy equines. We also wanted to test the hypothesis that nerves are injured at tenoscopic decompression surgery of the carpal tendon sheath thus resulting in reduction of symptoms in the horse.

Sections from the carpal flexor retinaculum of 23 limbs were extracted from 13 different individuals that were euthanized for other reasons than lameness. The area of the carpal flexor retinaculum, subjected to surgery, was evaluated. Number of cross sectioned nerves was calculated and the histology described. To confirm the presence of nerves, immunohistochemistry with anti-S-100 antibodies was performed on a selection of sections.

The carpal flexor retinaculum mainly consists of horizontal collagen bundles containing paths of loose connective tissue where vessels and smaller nerves are found. The nerves are small with a diameter of 10-50 μm and are mostly vertically positioned, parallel to the dividing incision made during surgical treatment. This excludes that nerve resection could explain the reduced clinical symptoms noted after surgery.

INLEDNING

Karpaltunnelsyndrom är en diagnos som allt oftare ställs på hästar (McIlwraith et al 2005). En markant ökning av hästar som diagnosticerats och opererats för karpaltunnelsyndrom har även setts vid Mälaren Hästklinik (MHK). Under perioden februari 2007 till mars 2009 opererades 80 hästar för karpaltunnelsyndrom vid MHK. Vilket kan jämföras med de 20 hästar som opererades för karpaltunnelsyndrom under perioden januari 2005 till januari 2007 vid samma klinik (MHK opublicerat).

Hos häst orsakar karpaltunnelsyndrom belastningshålla och/eller rörelsestörning. Syndromet orsakas av en förträngning i karpaltunneln som leder till inflammation. Kända orsaker till dessa förträngningar är t.ex. radiala osteokondrom, exostoser vid radius distala epifys, fraktur av os carpi accessorium, tendiniter och myotendiniter i djupa och ytliga böjsenan. Det finns även en idiopatisk form av karpaltunnelsyndrom där orsaken till belastningshålltan/rörelsestörningen inte kan fastställas (Ross & Dyson 2003).

Karpaltunnelsyndrom diagnostiseras med hjälp av ultraljud och röntgen samt anestesi i karpalsenskidan (Ross & Dyson 2003). Vid de idiopatiska karpaltunnelsyndromen ses inget onormalt vid ultraljud, röntgen eller tenoskopi av karpalsenskidan. Dessa diagnostiseras via kliniska fynd och lokalanestesi i karpalsenskidan.

Idiopatiska karpaltunnelsyndrom behandlas huvudsakligen på två olika sätt, antingen en lokal antiinflammatorisk behandling eller en kirurgisk dekompression av karpalsenskidan (Ross & Dyson 2003). Vid kirurgisk behandling klyvs delar av flexorretinaklet.

Det är beskrivet att hästar med påvisade förträngningar, som t.ex. radiala osteokondrom, blir bättre av att det platsockuperande osteokondromet avlägsnas samtidigt som flexorretinaklet klyvs (Nixon et al 2004). En positiv effekt har beskrivits hos enstaka fall som behandlats enbart med klyvning av flexorretinaklet (McIlwraith & Robertson 1998). En möjlig förklaringsmodell är att klyvningen av flexorretinaklet minskar trycket på böjsenor, kärl och nerver, men detta återstår att visa i en större klinisk studie (McIlwraith et al 2005). En annan möjlig orsak till förbättring är att nerver skadas vid det kirurgiska ingreppet med påföljande smärtlindring. Detta skulle kunna liknas vid en nervsnittning.

Att bekräfta eller förkasta hypotesen om skadade nerver (nervsnittning) i flexorretinaklet är av vikt för rätt behandling av hästar med idiopatiskt karpaltunnelsyndrom. För detta krävs att histologin för den vävnad som direkt påverkas av det kirurgiska ingreppet beskrivs. Syftet med denna studie är att histologiskt beskriva normalbilden av det karpala flexorretinaklet hos häst samt att undersöka antalet nerver i operationsområdet och deras storlek.

LITTERATURÖVERSIKT

Karpaltunnelns anatomi hos häst

En viss begreppsförvirring och oklarhet föreligger i litteraturen beträffande det karpala flexorretinaklets utbredning och dess olika delars benämning samt de intilliggande strukturerna.

Anatomin beskrivs i tvärsnitt i höjd med os carpi accessorium, se bild 1. Palmara anularkarpalligament (PAKL) på häst är en fibrös struktur som sträcker sig från os carpi accessorium till de mediala karpalbenen samt det mediala kolateralligamentet. Denna fibrösa struktur delar upp sig i fem enheter innehållande de strukturer som passerar palmart om carpalbenen samt medialt om os carpi accessorium och bildar karpaltunneln. Karpaltunneln består således av fem "tunnlar" av varierande storlek. De två djupast liggande "tunnlarna" innehåller flexorstrukturer, ytliga och djupa böjsenan samt flexor carpi radiale, som därmed innesluts av flexorretinaklet som är en del av PAKL. De tre ytligast liggande "tunnlarna" innehåller kärl och nerver och anses därför inte inneslutas av flexorretinaklet utan av PAKL (Probst et al 2008). I den största och djupast liggande "tunneln", karpalsenskidan för de digitala böjsenorna, finns ytliga samt djupa böjsenan samt de mediala grenarna av palmara nerven och artären. Direkt medialt om denna "tunnel" finns senskidan för flexor carpi radiale (McIlwraith et al 2005). Palmart om karpalsenskidan finns en "tunnel" innehållande palmara nervens laterala gren samt palmara grenarna av arteria och vena medianus. Medialt om senskidan till flexor carpi radiale är vena och arteria radiale separat inneslutna i en tvådelat sektionerad "tunnel" (Probst et al 2008). I detta arbete används för enkelhetens skull benämningen karpalsenskidan för den senskida som innehåller den ytliga och djupa böjsenan och inte den mer korrekta benämningen, gemensamma karpalsenskidan för digitala böjsenorna.

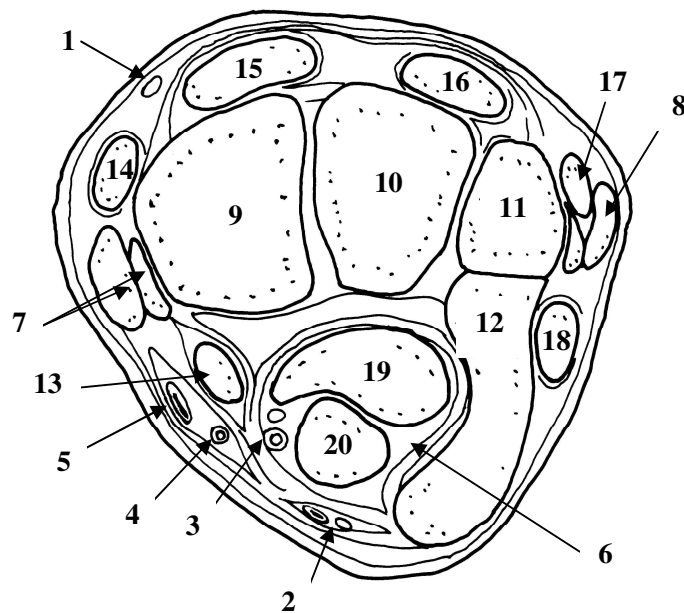


Bild 1. Tvärsnitt av karpus i höjd med os carpi accessorium. Accessoriska vena cephalica (1), laterala grenen av nervus palmarus samt palmara grenarna av arteria och vena medianus(2), arteria medianus samt mediala grenen av palmara nerven (3), arteria radiale (4), vena radiale (5), gemensamma senskidan för djupa samt ytliga böjsenan (6), mediala kolateralligament (7), laterala kolateralligament (8). Os carpi radiale (9), os carpi intermedius (10), os carpi ulnare (11), os carpi accessorium (12), flexor carpi radiale (13), extensor carpi obliquus (14), extensor carpi radiale (15), extensor digitorum communis (16), extensor digitorum lateralis (17), extensor carpi ulnaris (18), flexor digitorum profundus (19), flexor digitorum superficialis (20).

Bild av Karolina Larsson modifierad från Probst et al 2008.

Karpaltunnelsyndrom hos människa

Karpaltunnelsyndrom är en kompressionsneuropati där nervus medianus utsätts för tryck och vars vanligaste symptom är domningar och smärta från handledsområdet. Symptomen förvärras ofta nattetid (Jarvik et al 2009). Hos människa är karpaltunnelsyndrom det vanligast förekommande perifera syndromet med "klämd" nerv med en prevalens på 2,7 % i normalpopulationen (Domingo et al 2005).

Trots hög prevalens och stor samhällskostnad finns det ännu ingen enad uppfattning om klinisk och laboratorisk diagnostik vid karpaltunnelsyndrom (Domingo et al 2005). Elektrodiagnostik och ultraljud samt frågeformulär till

patienten kombineras för att ställa diagnos samt välja och utvärdera behandling.

Huvudsakligen behandlas karpaltunnelsyndrom hos människa på två olika sätt, kirurgisk dekompression av karpalsenskidan eller konservativ behandling med lokalinjektion av kortison. Det finns flera studier som jämför dessa två behandlingsstrategier och de förfaller vara likartad prognos oavsett vilken behandling av de två som väljs. Exempel finns, där en studie visar på en ökad förbättring hos patienter behandlade konservativt jämfört med kirurgi (Domingo et al 2005) och en annan studie visar på en ökad förbättring hos patienter behandlade kirurgiskt jämfört med konservativ behandling (Jarvik et al 2009).

Karpaltunnelsyndrom hos häst

Patogenes

Karpaltunnelsyndrom hos häst anses uppstå genom ett ökat tryck i karpalkanalen och därmed karpalsenskidan, dessa begränsas anatomiskt av karpalbenen, os carpi accessorium samt PAKL. Begränsningen ger små möjligheter för senskidan att öka i omfång vilket leder till en tryckökning i karpalsenskidan. Parallellt till humansidans karpaltunnelsyndrom gör att den idag accepterade hypotesen är att tryckökning mot ytliga och djupa böjsenan och/eller de mediala grenarna av palmara nerven och artären orsakar symptom. Svullnad och därmed tryckökning kan orsakas av en primär tenosynovit via karpal överstretchning eller en sekundär tenosynovit orsakad av tendiniter och myotendiniter på ytliga eller djupa böjsenan, fraktur på os carpi accessorium, radiala osteokondrom, radiala exostoser eller andra platsfyllande åkommor (Textor et al 2003). Tryckökningen gör sedan att friktionen i karpalsenskidan ökar och inflammationen blir "självgående", tryckökning ger inflammation och inflammation ger tryckökning. Vid idiopatiskt karpaltunnelsyndrom ses inga makroskopiska, morfologiska förändringar som förklarar symptomen (Ross & Dyson 2003).

Symptom

Symptom som kan ses hos häst med karpaltunnelsyndrom är en palperbar svullnad i karpalsenskidan, stasade kärl medialt om karpus, rörelsestörning samt håltä som inte sällan beskrivs vara intermitent (Ross & Dyson 2003). Hästar med karpaltunnelsyndrom har ibland nedsatt böjlighet i karpus och visar ofta smärta vid böjprovsprovokation av karpus (Textor et al 2003). Smärtan kan i de flesta fall bedövas bort genom lokalanestesi i karpalsenskidan (Ross & Dyson 2003).

Diagnos

Diagnostisering av karpaltunnelsyndrom sker genom påvisande av platsockuperande strukturer i eller i närheten av karpaltunneln. Förtjockade böjsenor, inflammation i senskidan, blödningar, adherenser mellan senor och/eller senskidan, ökad mängd synovia i senskidan eller andra tecken på inflammation i området kan ses med ultraljud. Frakturer av os carpi accessorium, benexostoser vid radius distala epifys (orsakade av kronisk epifysit), radiala osteokondrom kan detekteras med röntgen. Lokalanestesi av karpalsenskidan tar helt eller delvis bort smärtsymptomen (Ross & Dyson 2003). Lokalanestesi av karpalsenskidan är idag enda sättet att diagnostisera idiopatiskt karpaltunnelsyndrom på häst.

Behandling

Konservativ behandling av karpaltunnelsyndrom på häst

Huvudsakligen är det lindrigare fall av karpaltunnelsyndrom som behandlas konservativt. Detta görs när varken röntgen eller ultraljud indikerar tenoskopi av karpalsenskidan. Standardbehandling är en kombination av lokal kortikosteroid och/eller hyaluronsyrainjektion i karpalsenskidan tillsammans med en viloperiod på 4-6 veckors inkluderande skrittmotion. Prognosen är vanligtvis god (Ross & Dyson 2003).

Kirurgisk klyvning av flexorretinaklet på häst

Proximolateral tenoskopisk teknik är den numera dominerande tekniken vid dekompression av karpalsenskidan (McIlwraith et al 2005). Hästen ligger i ryggläge och karpus böjs i cirka 15-20 graders vinkel, se bild 2. Karpalsenskidan fylls med 50-60 ml Ringeracetat för att spänna ut senskidan. Artroskopet förs in i karpalsenskidan från lateralsidan cirka 6-8 cm proximalt om radius distala epifys. Instrument för klyvning av flexorretinaklet förs in i karpalsenskidan från lateralsidan cirka 1-1,5 cm proximalt om os carpi accessorium. Flexorretinaklet skärs sedan av mellan senskidan för djupa och ytliga böjsenan (karpalsenskidan) samt flexor carpi radiales senskida, se bild 3. I snittets hela vertikala utsträckning skall senskidan till flexor carpi radiale perforeras. Detta konfirmerar att retinaklet skärs av på rätt ställe i syfte att undvika skada på de närliggande kärlen (McIlwraith et al 2005). Den del av flexorretinaklet som går mediallyt om flexor carpi radiales senskida rekommenderas att anskäras då dekompressionen av karpalsenskidan ej bedöms som tillräcklig efter klyvningen av den del av retinaklet som går mellan de båda senskidorna (McIlwraith et al 2005).

Före utvecklandet av tenoskopisk teknik för dekompression av karpalsenskidan användes en så kallad öppen teknik. Karpalsenskidan öppnades då från medialsidan i ett femton centimeter långt snitt och en så bred "remsa" som upp till en centimeter av retinaklet skars bort. Denna teknik är betydligt mer invasiv och riskfylld, då risken att skada kärl och nerver från

medialsidan är större än vid den laterala tenoskopiska tekniken (Textor et al 2003). Den öppna tekniken kräver dessutom en längre konvalescens.

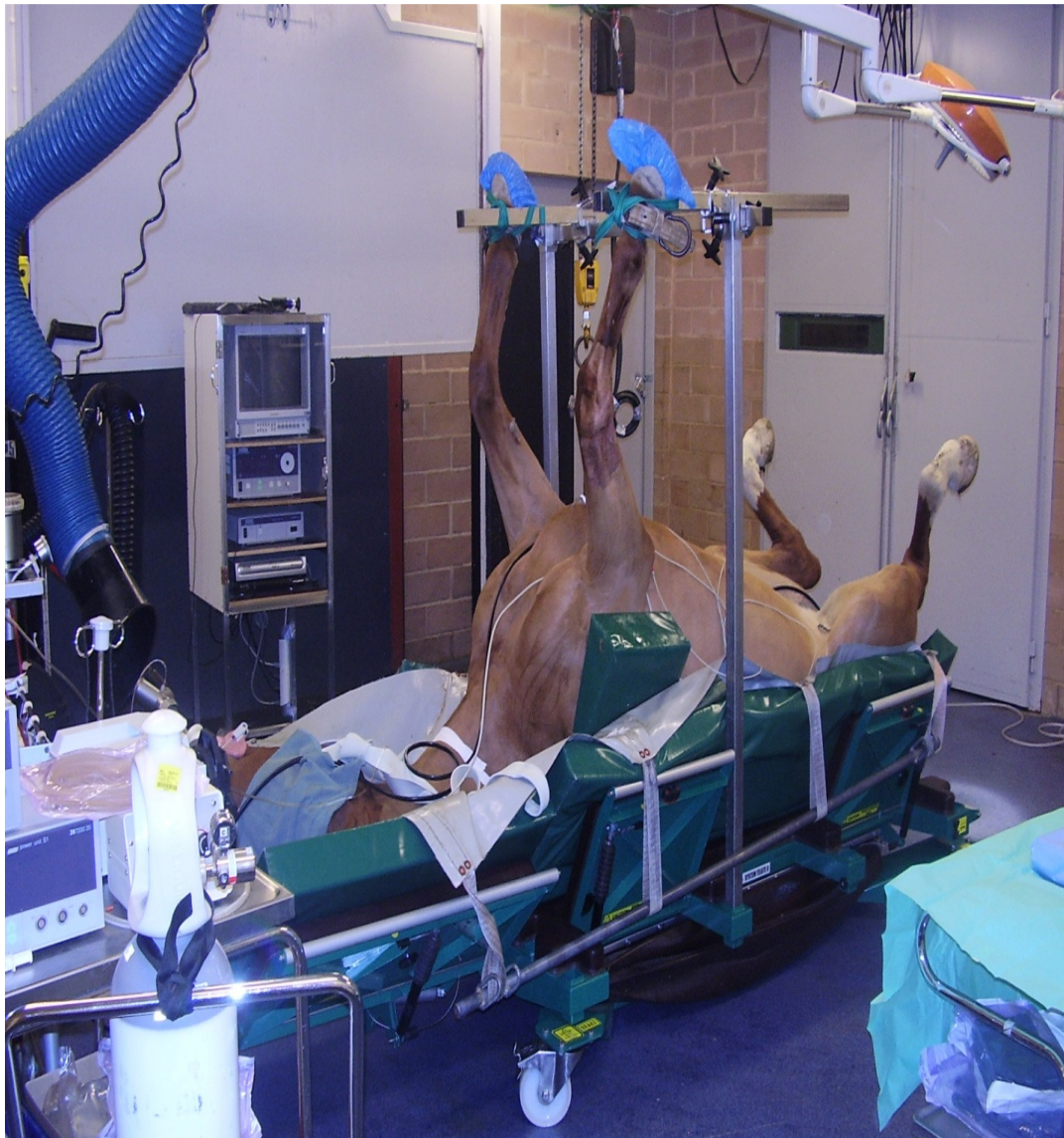


Bild 2. Häst i rygläge inför tenoskopisk klyvning av karpala flexorretinaklet.

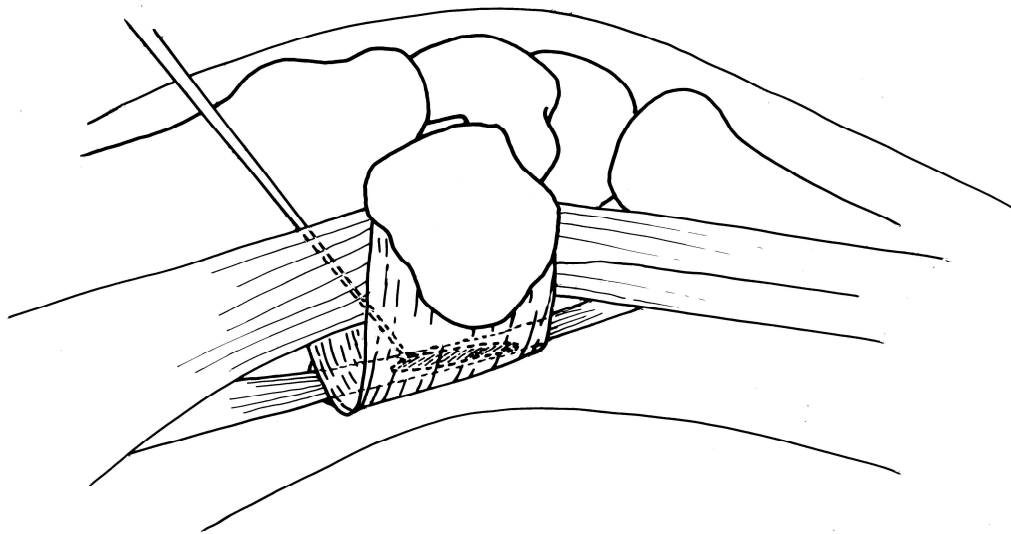


Bild 3. Kirurgisk klyvning av flexorretinaklet via proximolateral tenoskopisk teknik. Bild av Karolina Larsson modifierad från Textor et al 2003.

MATERIAL OCH METODER

Hästar

Totalt 25 framben från 14 hästar som avlivats av andra orsaker än frambenshälsa och obducerats vid Patologen, SLU har använts i studien. Två ben, ett höger och ett vänster, har använts för metodutveckling och kommer därför inte att redovisas i resultaten för studien. Av de hästar som inkluderats i studien var 7 ston, 5 valacker och en hingst. Åldern på hästarna varierade mellan 10 månader och 21 år. De raser som finns representerade i studien är svenskt halvblod, varmbloodstravare, svensk ridponny, islandshäst samt korsningsponny. Hästarna ingående i studien redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Hästar ingående i studien.

Varmblodig travare (Vbl trav)

Svenskt halvblod (Sv hbl)

HÄSTAR			
Häst	Ålder	Kön	Ras
1	10 mån	Sto	Vbl trav
2	13 år	Valack	Sv hbl
3	1 år	Hingst	Svensk ridponny
4	2 år	Sto	Vbl trav
5	5 år	Sto	Vbl trav
6	5 år	Sto	Islandshäst
7	21 år	Valack	Sv hbl
8	7 år	Sto	Vbl trav
9	9 år	Sto	Islandshäst
10	12 år	Valack	Korsningshäst
11	18 år	Valack	Vbl trav
12	5 år	Sto	Sv hbl
13	7 år	Valack	Sv hbl

Studiens genomförande

Dissektion

Flexorretinaklet inkluderande operationsområdet fridissekerades, bild 4:

1. horisontellt snitt kaudalt om radius, fem centimeter proximalt om radius distala epifys. Snittet öppnade in i karpalsenskidan och skar av alla mjukdelsstrukturer kaudalt om radius.
2. ett horisontellt snitt palmart om metakarpalbenet, tre centimeter distalt om PAKL ytliga palmara del. Snittet öppnade in i karpalsenskidan samt skar av alla mjukdelsstrukturer palmart om metakarpalbenet.
3. ett vertikalt snitt längs med radius, karpalbenen, metakarpalbenet från lateral till medialsidan. Os carpi accessorium medföljde i den framdissekerade biten.

Efter fripreparering fixerades preparatet i minst 48 timmar i 4 % fosfatbuffrad formalin, pH 7,4 i rumstemperatur.

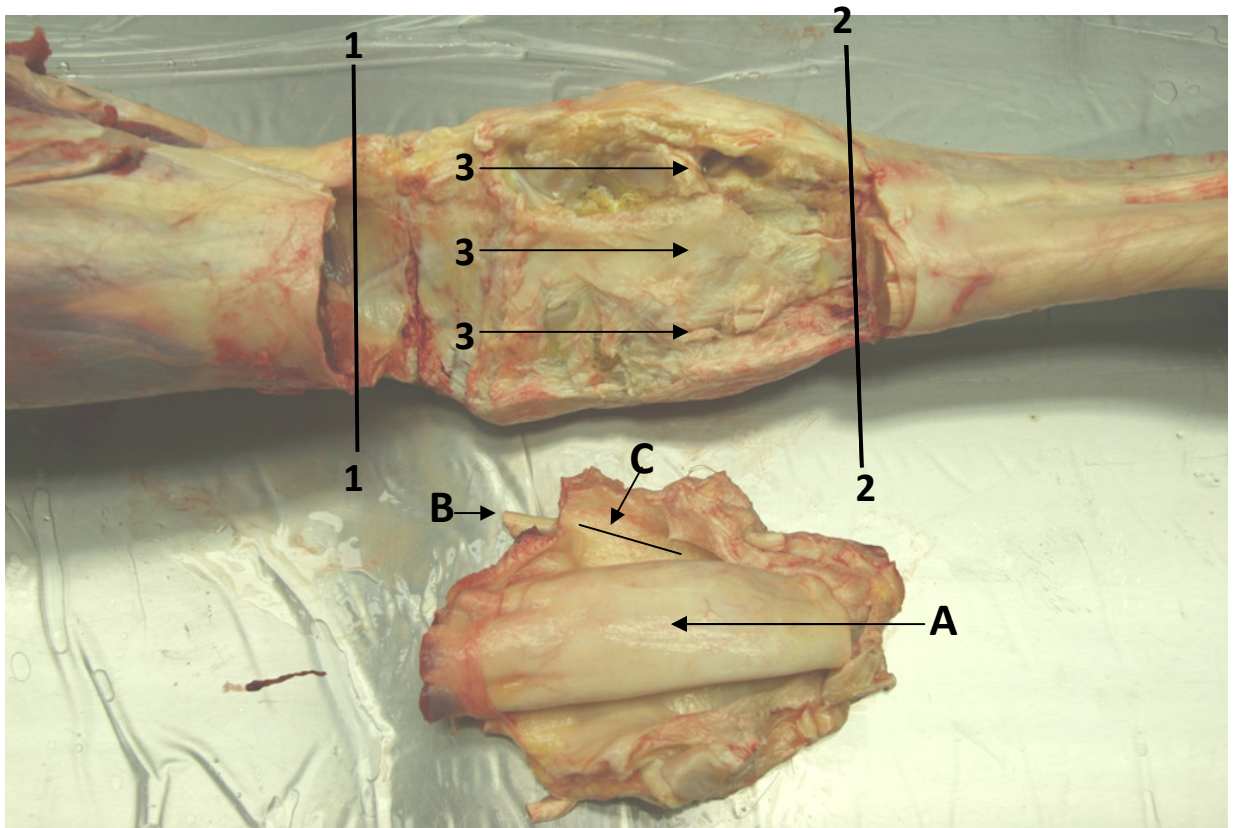


Bild 4. Mjukdelstrukturer caudalt om karpalbenen fridissikerade inför formalinfixering. Ytliga och djupa böjsenan (A), flexor carpi radiale (B), operationsområdet vid tenoskopisk dekompression av karpalsenskidan (C). Proximalt horisontellt snitt (1), distalt horisontellt snitt (2), vertikalt snitt (3).

Utskärning

Området motsvarande operationsområdet, mellan ytliga och djupa böjsenornas senskida samt flexor carpi radialis senskida, i höjd med os carpi accessorium, lokaliserades och skars ut, se bild 5. För att sedan delas i ett tvärsnitt och ett längdsnitt.

- tvärsnitt av flexorretinaklet (bild 6) är en horisontell bit av proximala delen av flexorretinaklet innehållande: flexorretinaklet, flexor carpi radiale, arteria och vena radialis. Flexor carpi radiale samt kärlen behövs för vidare orientering i snittet som gjordes cirka 2-3 mm tjockt.
- Längdsnitt av flexorretinaklet (bild 7) är en vertikal bit av flexorretinaklet parallellt med det snitt som görs vid kirurgisk dekompression av karpalsenskidan. Längdsnittet möjliggör observation av snittytan i flexorretinaklet från ett fingerat operationssnitt.

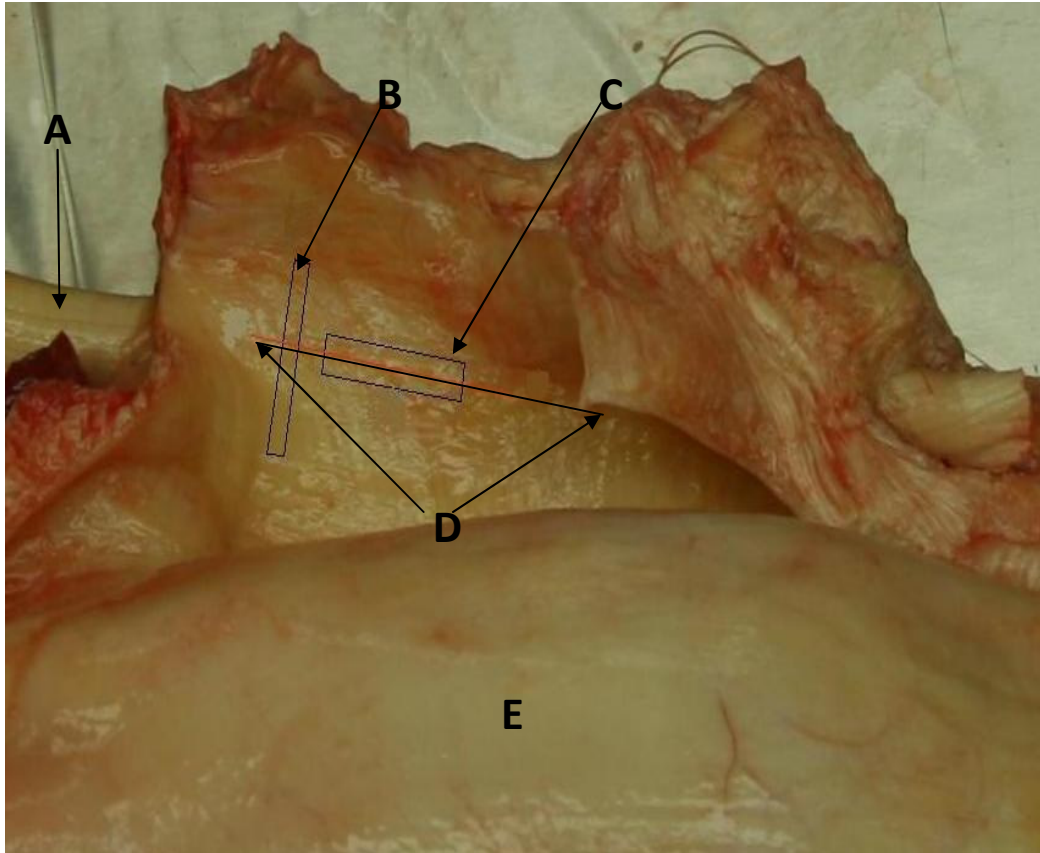


Bild 5. Utskärning av snitt i karpala flexorretinaklet. Flexor carpi radiale (A), tvärsnitt (B), längdsnitt (C), operationssnitt läggs längs linjen mellan (D) vid tenoskopisk dekompresion av karpalsenskidan, djupa böjsenan (E).

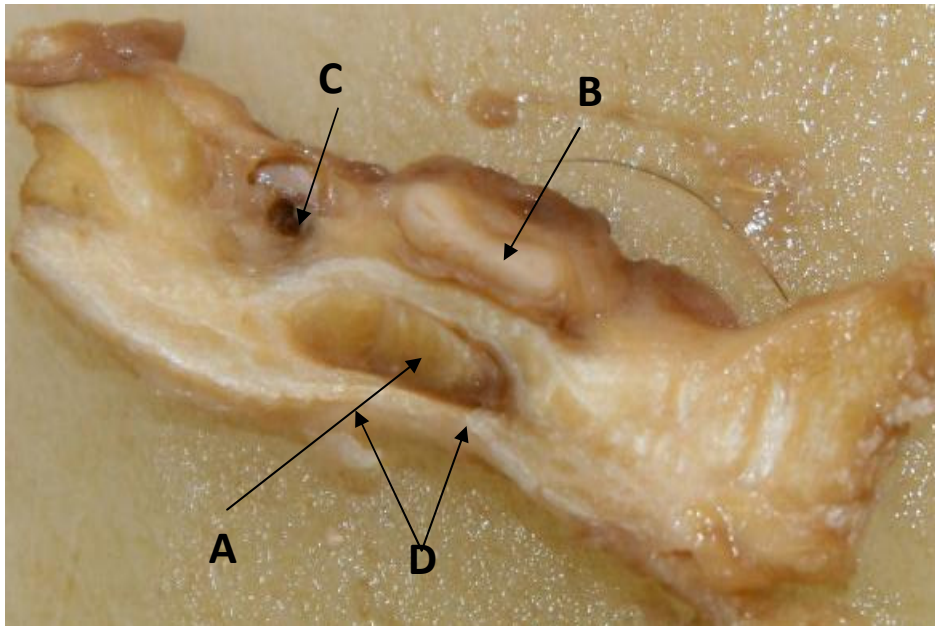


Bild 6. Tvärsnitt av flexorretinaklet efter fixering i formalin och utskärning. Inkluderat i snittet är flexor carpi radiale (A) samt vena (B) och arteria (C) radiale. Operationsområde vid tenoskopisk dekompression av karpalsenskidan (D).

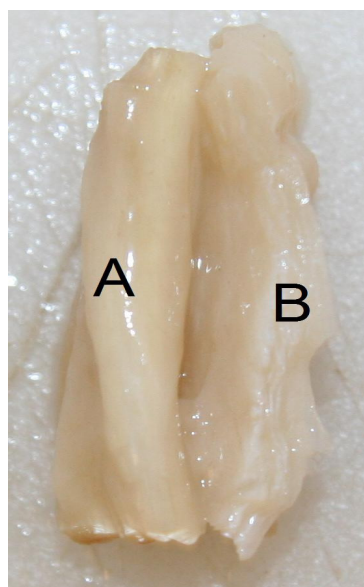


Bild 7. Längdsnitt av flexorretinaklet efter fixering i formalin och utskärning. Inkluderat i snittet är flexor carpi radiale (A), senskida innehållande karpala flexorretinaklet (B). Snittytan som ses i flexorretinaklet motsvarar

operationssnittet vid tenoskopisk klyvning av flexorretinaklet enligt Textor och medverkande (2003).

Snittning och Färgning

De utskurna preparaten dehydrerades och bäddades in i paraffin. Preparaten snittades i 4-5 µm tunna snitt och färgades med Hematoxylin och Eosin (HE) för mikroskopisk undersökning.

Immunohistokemi

För att konfirmera den histologiska bedömningen av nerver samt bättre illustrera nerverna gjordes immunohistokemi på ett mindre antal av preparaten, se bild 8. I korthet användes en primär antikropp riktad mot S-100 (DAKO Z0311) i koncentrationen 1:1000 som inkuberades över natt (8°C). Primära antikroppar detekterades med en sekundär biotinylerad antiknaninantikropp (DAKO). Antalet positiva strukturer (infärgade nerver) räknades på respektive snitt.

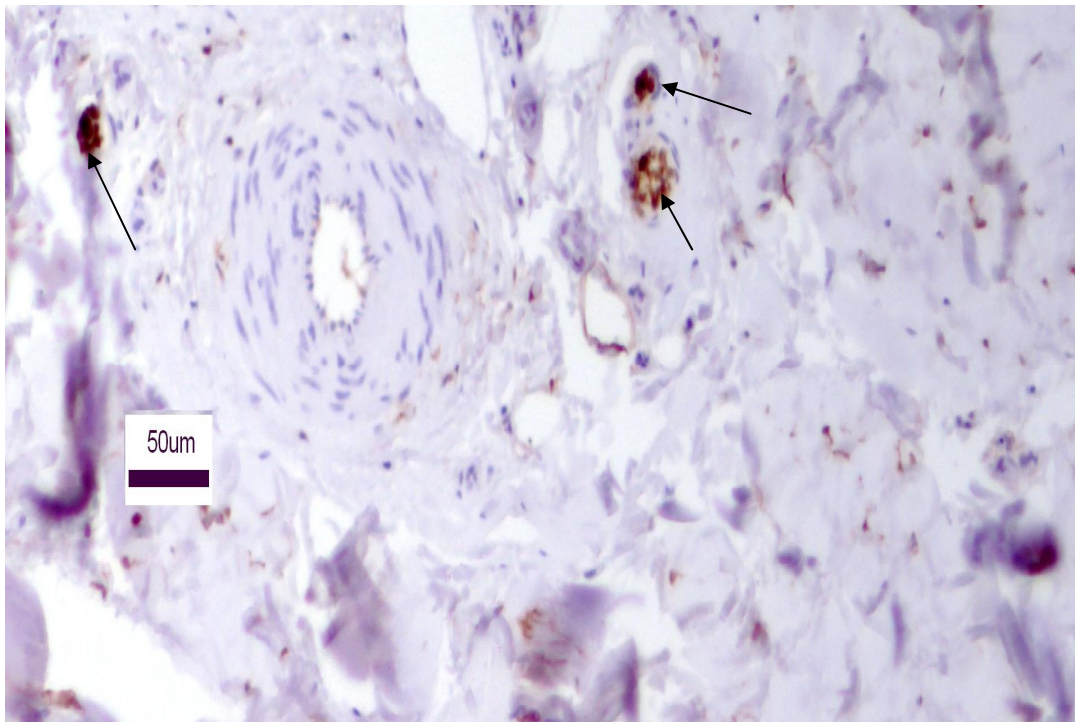


Bild 8. Tvärsnitt av karpala flexorretinaklet. Infärgat med antikropp riktad mot S-100. Svarta pilar pekar på positivt infärgad nervvävnad.

Mikroskopisk analys

I retinaklet identifierades operationsområdet och markerades på snittet. Antalet tvärsnittade nerver räknades i det markerade området. De tvärsnittade nerverna identifierades histologiskt på HE-färgade snitt. För att beräkna arean på det analyserade området användes en enkel metod för yt-estimering beskriven av Howard och Reed (2005). I korthet lades ett kalibrerat transparent rutnät slumpmässigt över en fotokopia av det aktuella snittet. Antalet skärningspunkter inom området räknades. Detta repeterades tre gånger och arean beräknades utifrån medelvärdet av dessa tre mätningar.

RESULTAT

Histologisk beskrivning av flexorretinaklet

Horisontellt tvärsnitt (bild 9) innehållande proximala delar från flexorretinaklet samt flexor carpi radiale och dess senskida samt de lateralt om flexor carpi radiales senskida liggande kärlen arteria samt vena radiale. I ytterkant finns synovicyter som bildar synovialmembran mot djupa och ytliga böjsenans karpalsenskida. Samma struktur finns in mot senskidan för flexor carpi radiale. I tvärsnitten ses också rikligt med bindväv bestående av kollagenfiberbuntar, huvudsakligen horisontellt riktade med inslag av vertikala kollagenfiberbuntar. Detta gör att man huvudsakligen ser längssnittade kollagenfibrer i tvärsnitten. Mellan dessa kompakta fiberbuntar finns lucker bindväv som innehåller kärl och nerver som är tvärsnittade och ett större antal celler, fibrocyter, än i den kompakta bindväven. De tvärsnittade nerver som ses varierar i storlek mellan 10-50 μm i området mellan de båda senskidorna. I flexorretinaklet beräknades 90 % av kollagenfiberbuntarna ha en huvudsaklig horisontell riktning.

Längdsnitt parallellt med operationssnittet, bild 10. Snittet innehåller synovicyter på båda kanter. Dessa härstammar från flexor carpi radiales senskida samt djupa och ytliga böjsenans karpalsenskida. Mellan dessa ligger flexorretinaklets fiberstruktur. Även här ses rikligt med bindväv organiserat i kollagenfiberbuntar. Dessa har en huvudsaklig horisontell riktning. Fibrerna är därmed i stor utsträckning tvärsnittade i detta snitt. Fiberbuntarna bryts av med inklämda stråk av lucker bindväv, innehållande mindre kärl och enstaka nerver. Kärlen är i denna orientering i större utsträckning längdsnittade. Även här är den luckra bindväven mer cellrik, fibrocyter, än den kompakta bindväven.

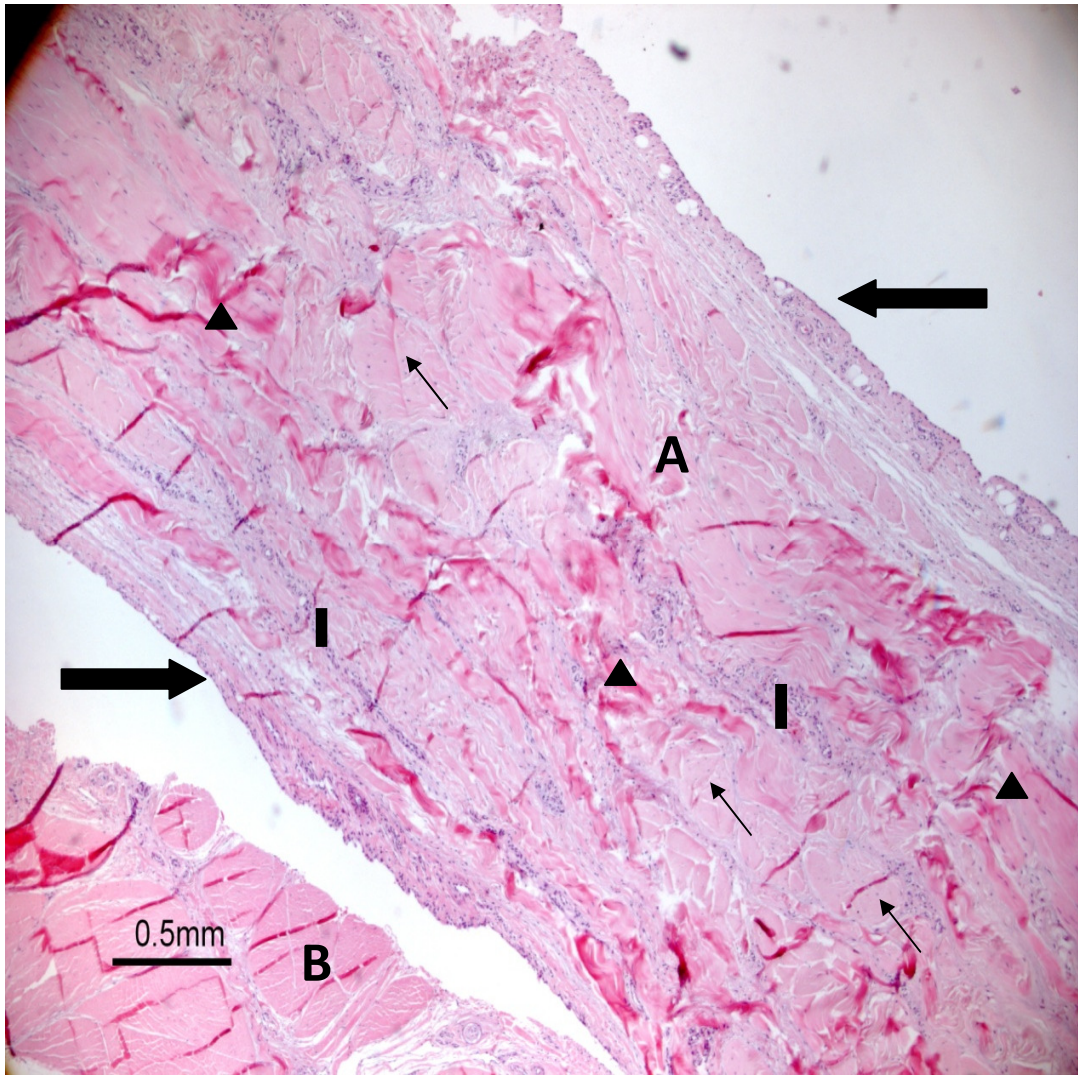


Bild 9. H&E-färgat tvärsnitt från flexorretinaklet (A), flexor carpi radiale (B). Buntar av tvärsnittade (tunna pilar) och längdsnittade kollagenfibrer (trianglar) samt partier av lucker bindväv med kärl (rektanglar). På båda sidor om retinaklet ses synovialmembran (tjocka pilar).

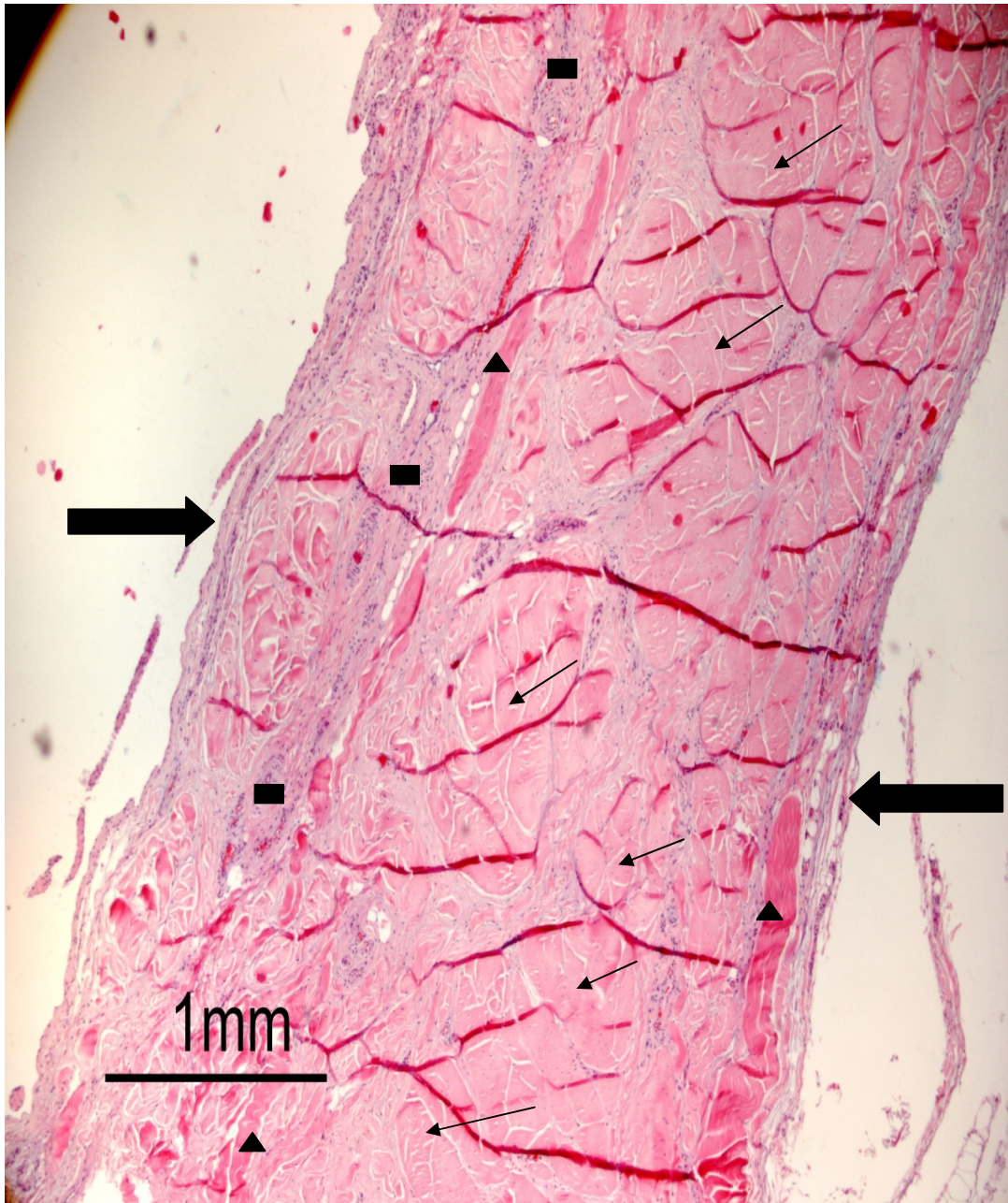


Bild 10. H&E-färgat längdsnitt från flexorretinaklet . Buntar av tvärsnittade (tunna pilar) och längdsnittade (trianglar) kollagenfibrer samt partier av lucker bindväv med kärl (rektanglar). På båda sidor om retinaklet ses synovialmembran (tjocka pilar).

Histologin är i huvudsakligen homogen i de 24 tvärsnitten samt de 23 längdsnitten. Dock avviker snitten från en häst. I preparat från ben på häst 4 (se Bild 11) förekommer lymfocyter i måttligt antal spritt i stråken av luckra bindväv och synovialmembran. Synovialmembranet är förtjockat och hyperplastiskt med förstörade synoviala villi. En ganska påtaglig kärlnybildning ses också i de luckra bindvävsstråken. Denna häst avlivades på grund av malignt lymfom med multicentrisk utbredning. Lymfocyterna i flexorretinaklet skiljer sig dock markant morfologiskt från de neoplastiska lymfoblastiska cellerna som sågs i bland annat lunga och lever.

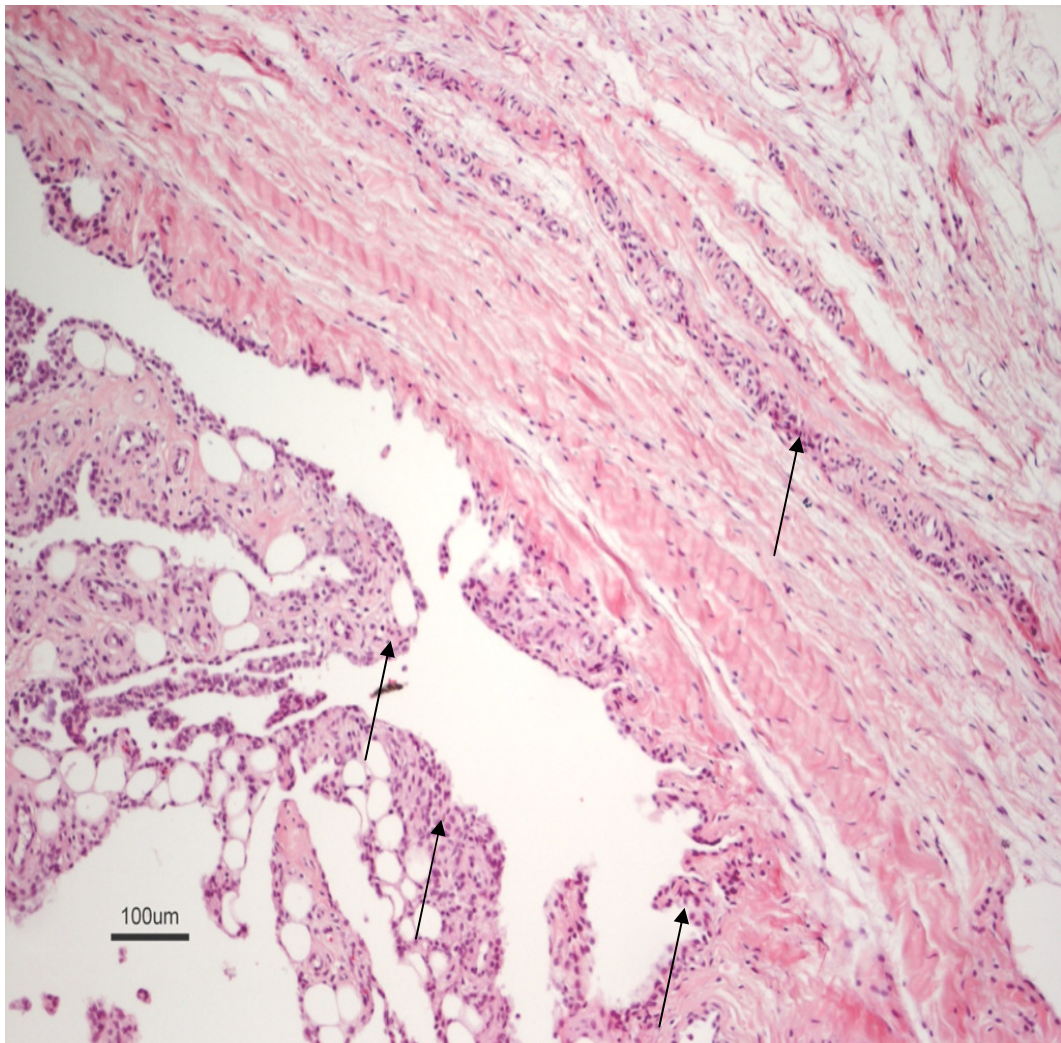


Bild 11. H&E-färgad histologisk bild av karpala flexorretinaklet från häst 4. Lymfocyter i stråk och diffust utbredda i intiman (pilar).

Flexorretinaklets tjocklek

Flexorretinaklets tjocklek (bild 12) uppmättes på de snittade och färdiga preparaten, både på tvärsnitten (tabell 2) och på längdsnitten (tabell 3). Totalt har 32 snitt, 20 längdsnitt och 12 tvärsnitt, bedömts som mättningsbara. Tvärsnitten hade en medeltjocklek av 3,3 millimeter (stdav 1,2, min 2, max 6). Längdsnitten hade en medeltjocklek av 3,75 millimeter (stdav 0,8, min 2,5, max 5). Tvärsnitten är utskurna i flexorretinaklets proximalaste del medan längdsnitten är utskurna i flexorretinaklets mellersta del.

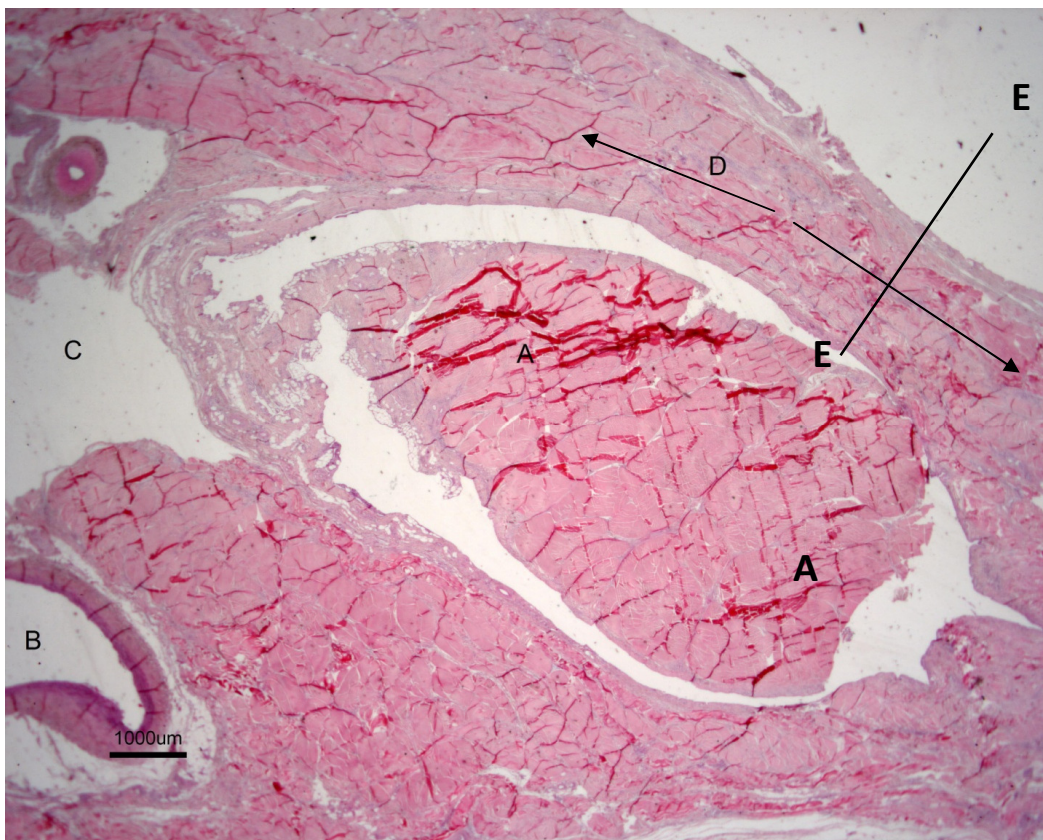


Bild 12. H&E-färgat tvärsnitt av flexorretinaklet i höjd med os carpi accesorium proximala del, inkluderande flexor carpi radiale (A) samt vena radiale (B), arteria radiale som har fallit bort i snittningsprocessen (C), operationsområde vid tenoskopisk dekompresion av karpalsenskidan (D), operationsnitt vid tenoskopisk dekompresion av karpalsenskidan (E).

Tvärsnittade nerver

Tvärsnittade nerver (bild 13) har räknats manuellt i 100 gångers förstoring på Hematoxylin och Eosin färgade snitt. På 12 tvärsnitt, en total yta av 372 kvadratmillimeter, har 104 tvärsnittade nerver räknats med en diameter av

10-50 μm . Detta ger 0,3 tvärsnittade nerver per kvadratmillimeter i medeltal (stdav 0,15, min 0,1, max 0,6).

På 20 längdsnitt, en total yta av 1101 kvadratmillimeter, har 117 tvärsnittade nerver räknats med en diameter av 10-30 μm . Detta ger 0,1 tvärsnittade nerver per kvadratmillimeter i medeltal (stdav 0,05, min 0,02, max 0,23).

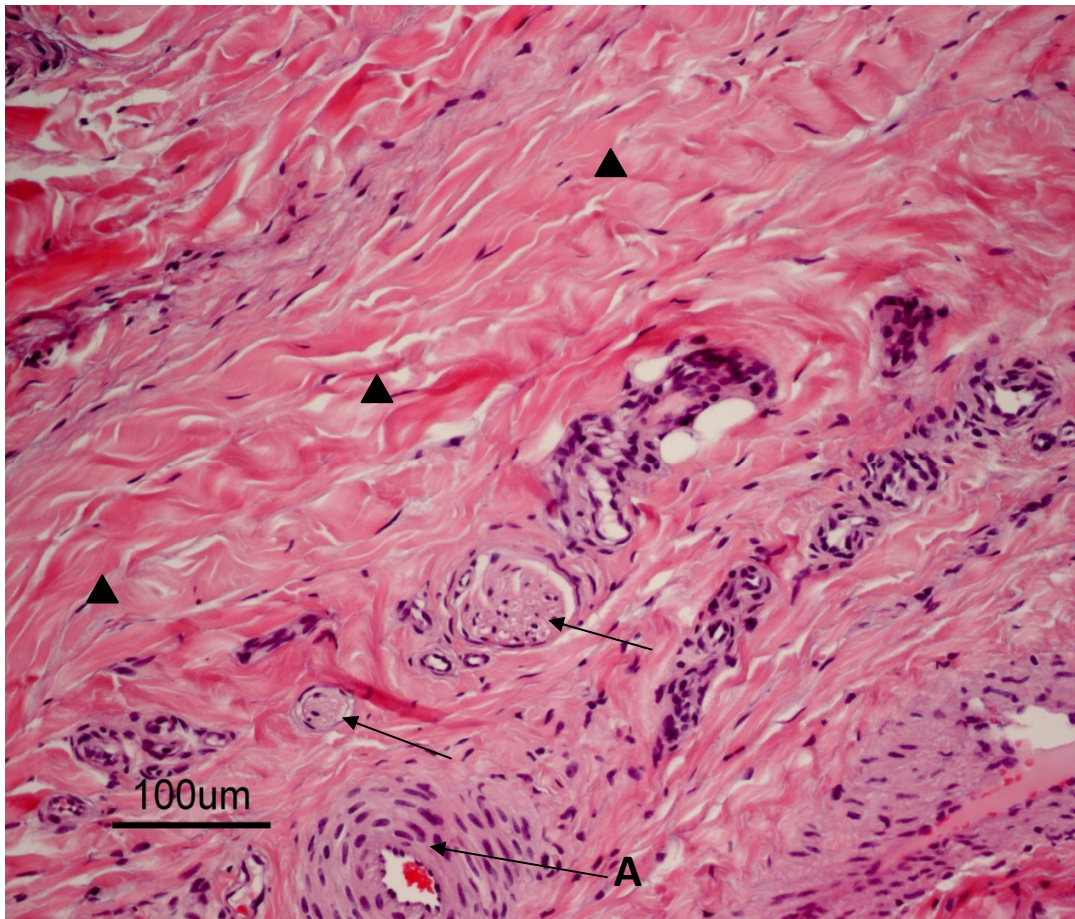


Bild 13. H&E-färgat tvärsnitt med två tvärsnittade nerver i flexorretinaklet (pilar), arterioler (A). De ligger i ett stråk horisontell bindväv (trianglar), därav de längdsnittade kollagen fibrerna.

Tabell 2. Flexorretinaklets tjocklek samt tvärsnittade nerver per kvadratmillimeter.

TVÄRSNITT					
Häst	Ben	Flexorretinaklets tjocklek mm	Antal tvärsnittade nerver	Area mm²	Nerver per mm²
1	VF	3	9	20	0,45
2	HF	3	15	30	0,50
2	VF	*	*	*	
3	HF	3	8	18	0,44
3	VF	3	9	15	0,6
4	HF	*	*	*	
4	VF	*	*	*	
5	HF	*	*	*	
5	VF	2	10	26	0,38
6	HF	*	*	*	
6	VF	*	*	*	
7	HF	2,5	7	25	0,28
7	VF	2,5	12	38	0,32
8	HF	*	*	*	
8	VF	2,5	8	25	0,32
9	HF	*	*	*	
9	VF	*	*	*	
10	VF	*	*	*	
11	HF	6	6	60	0,10
11	VF	6	10	60	0,17
12	VF	3	6	30	0,20
13	HF	2,5	4	25	0,16
13	VF	*	*	*	

*Operationsområdet ej i beräkningsbart skick efter snittning.

Tabell 3. Flexorretinaklets tjocklek samt tvärsnittade nerver per kvadratmillimeter.

LÄNGDSNITT					
Häst	Ben	Flexorretinaklets tjocklek mm	Antal tvärsnittade nerver	Area mm ²	Nerver per mm ²
1	VF	4	3	56	0,05
2	HF	3,5	7	63	0,11
2	VF	5	7	100	0,07
3	HF	4	8	52	0,15
3	VF	5	6	85	0,07
4	HF	3	7	60	0,12
4	VF	4	10	48	0,21
5	HF	4	1	60	0,02
5	VF	3	4	45	0,09
6	HF	4	6	40	0,15
6	VF	3	7	45	0,16
7	HF	*	*	*	
7	VF	2,5	9	40	0,23
8	HF	5	8	75	0,11
8	VF	3	5	45	0,11
9	HF	3	7	54	0,13
9	VF	3	6	33	0,18
10	VF	*	*	*	
11	HF	5	5	50	0,10
11	VF	4	5	80	0,06
12	VF	*	*	*	
13	HF	3	3	30	0,10
13	VF	4	3	40	0,08

*Operationsområdet ej i beräkningsbart skick efter snittning.

DISKUSSION

Flexorretinaklets har en fiberstruktur med huvudsakligen horisontella fibrer, men också fibrer i andra riktningar, se bild 9 och bild 10. Det förekommer rikligt med stråk av lucker bindväv som innehåller rikligt med små blodkärl. Detta är förvånande då det inte ses några blödningar att tala om under en korrekt genomförd klyvning av flexorretinaklet. Detta kan bero på att kärlets huvudsakliga riktning är vertikal i retinaklet och således alltså parallell med operationssnittet. Det finns också flera små nerver i retinaklet, dessa förekommer oftast i närheten av kärl och de har huvudsakligen en vertikal riktning. Detta förklarar det markant ökade antalet nerver som ses i tvärsnittet i förhållande till längdsnitten. Andelen nerver i flexorretinaklet hos häst är jämförbart med andelen nerver i flexorretinaklet hos människor. En studie visar ett medeltal av 36 fria nervändar per kvadratcentimeter i flexorretinaklet, vilket visar att flexorretinaklet hos människa är rikligt innerverat i förhållande till andra delar av fascian i underarmen (Stecco et al 2007). I denna studie är medelantalet tvärsnittade nerver 30 per kvadratcentimeter. Den samlade histologiska bilden av flexorretinaklet som beskrivs i denna studie är överensstämmande med den mikroskopiska bilden av kotsenskidans annularligament som beskrivs av Van den Berg (1995). Kotsenskidans annularligament är en cirka en till två millimeter tjock struktur innehållande vågformade parallella kollagenfiberbuntar med stråk av mindre blodkärl. Annularligamentet (ringbandet) är en fibrös struktur som omger kotsenskidan i höjd med kotleden och har en förstärkande/stödjande funktion för senskida, böjsenor och kotled, således en liknande funktion som flexorretinaklet. Vid inflammation i kotsenskidans annularligament ses en ökad tjocklek av kollagenfiberbuntarna, förändrad riktning på kollagenfiberbuntar samt ett ökat antal blodkärl med större tvärsnittsarea (Van den Berg et al 1995).

I denna studie sågs inflammation i flexorretinaklet hos en individ (häst fyra). Denna inflammation karakteriserades av en diffust utbredd lymfocyt förekomst i intima, synovialmembran och djupare liggande bindväv samt kärlproliferation men ingen breddning eller riktningsförändring av kollagenfiberbuntar. Denna häst diagnosticerades med malignt lymfom multicentrisk typ med spridning i bland annat lunga och lever. Tumörcellerna var av lymfoblastisk typ och skiljer sig morfologiskt från lymfocyterna i flexorretinaklet vilket talar för att lymfocyterna i retinaklet inte är associerade till neoplasin.

Vid operation anges ofta en variation av retinaklets tjocklek. Ett tjockare retinaklet anses vara en patologisk förändring. Den upplevda tjockleken av retinaklet då det skärs av under operation kan bero på retinaklets tjocklek men även på vinkeln som retinaklet skärs av på. Det krävs enbart några få millimeters förflyttning på hur snittet läggs mellan senskidorna för att den upplevda tjockleken skall påverkas, bild 14. Dessutom finns en viss normalvariation i flexorretinaklets tjocklek (3,7 mm (stdav 0,8) tabell 3).

Författaren har inga data på om och hur det skiljer sig mellan raser och åldrar.

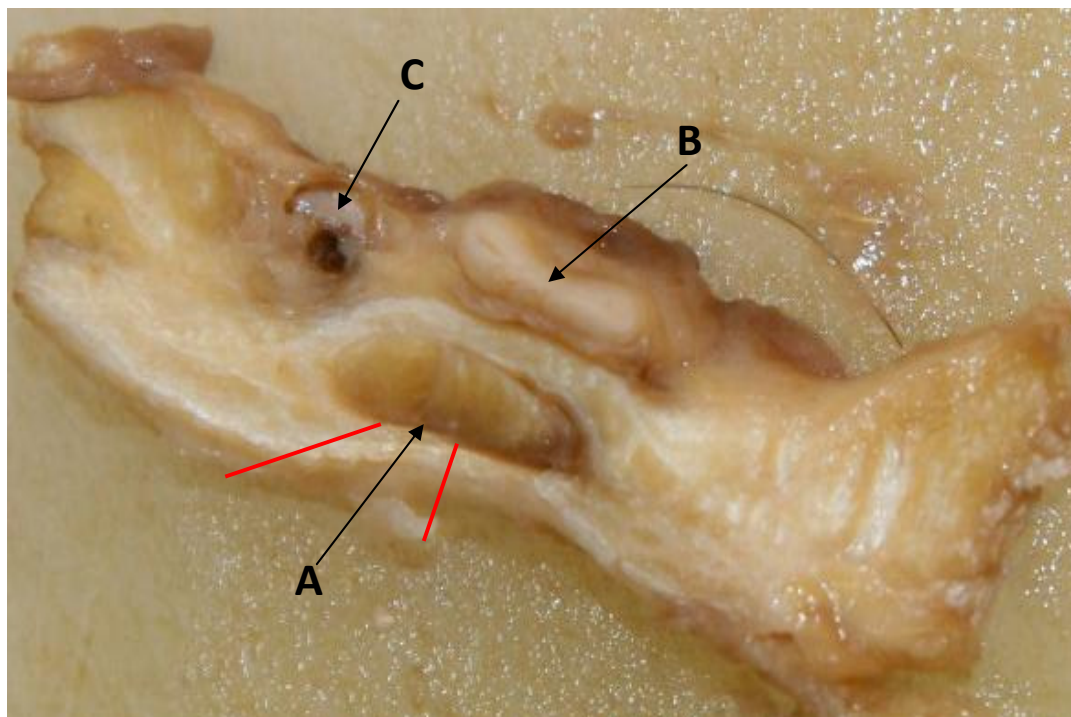


Bild 14. Tvärsnitt av karpala flexorretinaklet där två röda sträck visar möjliga operationssnitt och därmed hur retinaklets upplevda tjocklek för kirurgen kan variera beroende på snittets vinkel in i flexor carpi radiales senskida (A), vena (B) och arteria (C) radiale.

I det huvudsakliga operationsområdet mellan karpalsenskidan och flexor carpi radiales senskida finns det enbart små nerver (10-50 μ m). I området mellan flexor carpi radiales senskida samt vena och arteria radiale fanns hos en individ däremot något större nerver (50-200 μ m), se bild 15. Vid anskärning av flexorretinaklets laterala delar finns en risk för att dessa nerver skadas.

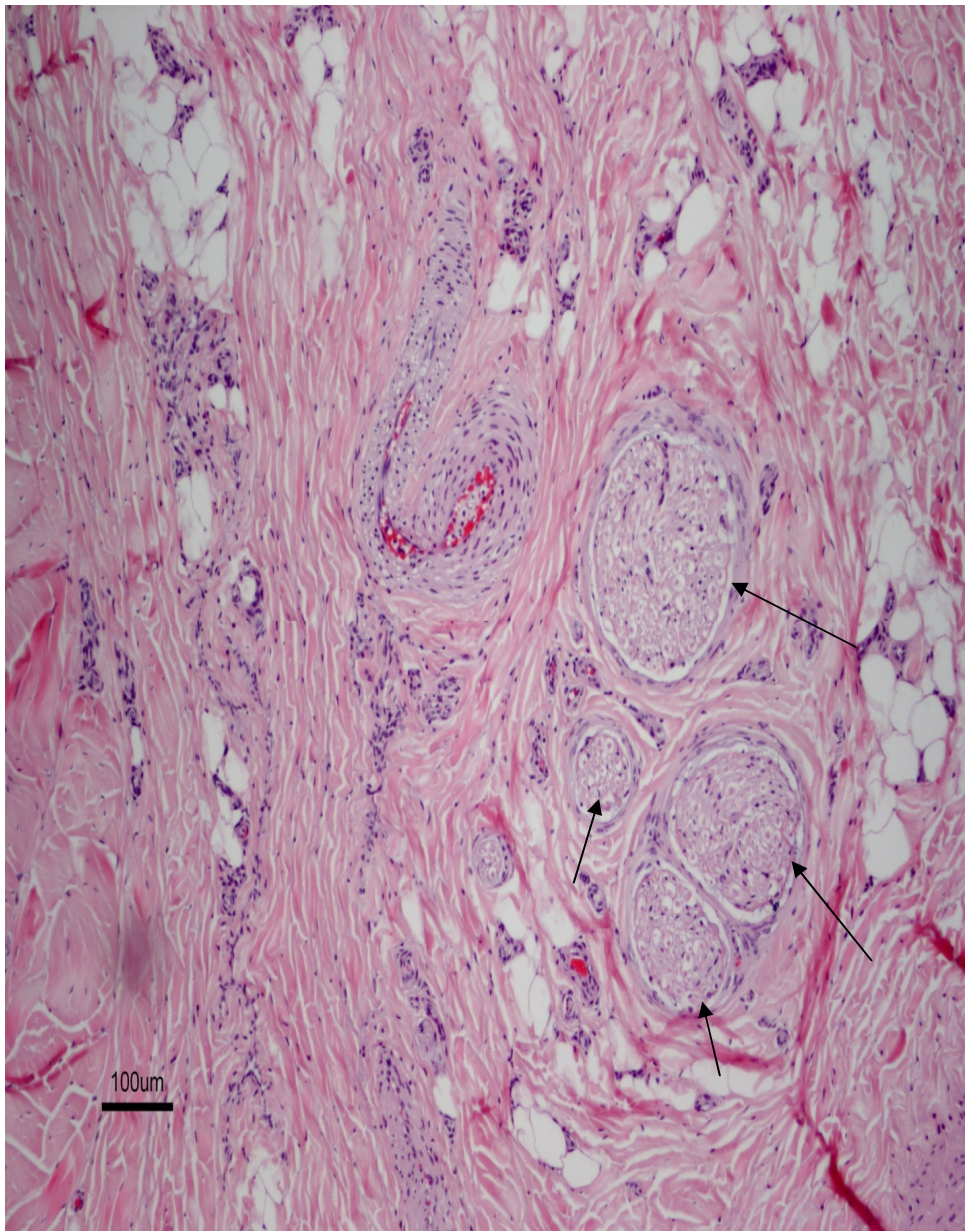


Bild 15. H&E-färgat snitt innehållande större nerver medialt om senskidan på flexor carpi radiale (pilar).

De nerver som har detekterats i operationsområdet är mycket små och har en huvudsaklig vertikal riktning, parallellt med ett eventuellt tenoskopiskt kirurgsnitt för dekompression av karpalsenskidan. Normalbilden är beskriven hos ett begränsat antal individer (13), men den homogena histologiska strukturen i flexorretinaklet ger en entydig bild. Detta sammantaget gör att hypotesen att nervsnittning är orsaken till symptomlindring vid tenoskopisk klyvning av flexorretinaklet kan förkastas.

Karpaltunnelsyndrom på häst är en komplex diagnos. Det krävs mer forskning för att förstå mekanismerna bakom symptom och symptomlindring. En mer specifik diagnostik med uppföljande av behandlingsresultat borde kunna ge ytterligare kunskap om syndromet.

Fortsatta studier

- Utökade morfologiska studier av det karpala flexorretinaklets normalbild med avseende på ras, ålder samt användningsområde.
- Morfologiska studier, av karpala flexorretinaklet från hästar som diagnostiserats och opererats för idiopatiskt karpaltunnelsyndrom.
- Uppföljande studier av behandlingsresultat efter konservativ alternativt kirurgisk behandling av hästar med idiopatiskt karpaltunnelsyndrom.

TACK TILL

Ett stort tack till mina handledare Fredrik Södersten samt Karl Ljungvall, för bra diskussioner samt all hjälp med allt från mikroskopering till bilder och filmer. Särskilt tack till Karolina Larsson för hjälpen med illustrationer jag inte är i närheten av att göra själv. Tack även till Agneta Boström och Tapio Nikkilä för det ovärderliga arbetet med snittning och färgning av preparaten. Tack till examinator Stina Ekman för kloka synpunkter som förbättrat mitt arbete. Avslutningsvis, tack till Mälaren Hästklirik för intresset, välviljan, tiden och den kunskap som ni bidragit med under detta projekt.

LITTERATURFÖRTECKNING

McIlwraith, C. W., Nixon, A. J., Wright, I. M., Boening, K. J. (2005). *Diagnostic and Surgical Arthroscopy in the Horse*. 3. ed. Philadelphia: Elsevier

Opublicerade data från Mälaren Hästklirik AB:s journaler.

Ross, M. W., Dyson, S. J. (2003). *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. Missouri: Elsevier Science

Nixon, A. J., Schachter, B. L., Pool, R. R. (2004) Exostoses of the caudal perimeter of the radial physis as a cause of carpal synovial sheath tenosynovitis and lameness in horses: 10 cases (1999-2003). *J Am Vet Med Assoc* 224, 264-270.

McIlwraith, C. W., Robertson, T. J. (1998). *Equine Surgery Advanced Techniques*. Maryland:Williams and Wilkins

Probst, A., Macher, R., Hinterhofer, C., Polsterer, E., Guarda, I. H., Köning, (2008) Anatomical Features of the Carpal Flexor Retinaculum of the Horse. *Anat. Histol. Embryol.* 6, 415-417

Jarvik, J. G., Comstock, B. A., Kliot, M., Turner, J. A., Chan, L., Heagerty, P., Hollingworth, W., Kerrigan, C. L., Deyo, R. A. (2009) Surgery versus non-surgical therapy for carpal tunnel syndrome: a randomized parallel-group trial. *Lancet* 374, 1074–81.

Domingo, L., Andréu, J., de Blas, G., Sánchez-Olaso, A., Millán, I. (2005) Surgical Decompression Versus Local Steroid Injection in Carpal Tunnel Syndrome. *ARTHRITIS & RHEUMATISM* 52, 612–619.

Textor, A.J., Nixon, A.J., Fortier, A.L. (2003) Tenoscopic release of the Equine Carpal Canal. *Veterinary Surgery* 32, 278-284.

Howard C. V., Reed, M. G. (2005) *Unbiased stereology*. Garland Science/BIOS Scientific Publishers. Taylor and Francis Group.

Stecco, C., Gagey, O., Belloni, A., Pozzuoli, A., Porzionato, A., Macchi, V., Aldehheri, R., De Caro, R., Delmas, V. (2007) Anatomy of the deep fascia of the upper limb. Second part: study of innervations. *Morphologie* 91, 38-43.

Van den berg, M. J., Rijkenhuizen, A. B. M., Németh, F., Gruys, E. (1995) The fetlock tunnel syndrome: A macroscopic and microscopic study. *Veterinary Quarterly* 17, 138-142.