

Universitatea de Științele Vieții “Regele Mihai I” din Timișoara

Facultatea de Medicină Veterinară Timișoara



**ZAHA V. CRISTIAN VASILE**

# **REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT**

**CONTRIBUȚII LA DIAGNOSTICUL ȘI TRATAMENTUL  
AFECȚIUNILOR ACROPODIALE LA CABALINE**

Conducător științific  
**Prof. Dr. IGNA CORNEL**

**Timișoara**  
**2022**

## Rezumat

### Contribuții la diagnosticul și tratamentul afecțiunilor acropodiale la cabaline

#### Prezenta teză conține:

*Listă de abrevieri*

*Rezumatele în limba Română și Engleză*

*Parte de cercetări bibliografice: 57 pagini*

*Parte de cercetări proprii: 101 pagini*

*Tabele: 37*

*Figuri: 78*

*Surse bibliografice: 175*

*Anexe: 3*

#### Motivația alegerii temei de cercetare

Studiul doctoral se axează pe realizarea unor cercetări asupra metodelor de diagnostic imagistic în afecțiunile acropodiale și pe identificarea celei mai bune metode de tratament în seime.

Sănătatea membrului este primordială atât la calul de sport cât și de tracțiune, astfel pentru menținerea acesteia sunt necesare evaluări periodice și folosirea mijloacelor moderne de diagnostic, precum ultrasonografia, radiografia și computer tomografia. Dintre aceste metode utilizarea computer tomografiei cu toate că aduce cele mai sensibile elemente de diagnostic, nu este folosită frecvent datorită costurilor și infrastructurii complexe. Datorită informațiilor incomplete din literatura veterinară națională despre leziunile întâlnite în sindromul podotroclear prin computer tomografie convențională, am înțeles cercetări în care am realizat computer tomografii după administrarea substanței de contrast în scopul identificării leziunilor bursei naviculare.

Din analiza informațiilor din literatura internațională cât și națională am observat că nu există date referitoare la temperatura ampretei termice a copitei la cabaline. Astfel prin identificarea și propunerea unor valori de referință ale temperaturii pentru ariile ampretei termice doresc să completez acest gol la caii sănătoși.

Ultrasonografia ca metodă de diagnostic, conform literaturii, este frecvent folosită în evaluarea tendoanelor, ligamentelor, a diferite tumefacții patologice și în evaluarea suprafețelor articulare la cabaline. Prin studiul înțeles am corelat imaginile cartilajului articular obținute ecografic cu măsurătorile macroscopice obținute după artrotomie.

Multiplele posibilități de tratament în seimele care afectează peretele copitei au reprezentat startul în identificarea celei mai bune metode de tratament testându-le rezistența sub acțiunea forțelor de compresiune.

*Domenii de studiu: medicină veterinară, diagnostic, ortopedie veterinară*

### **Importanța și actualitatea temei**

Afecțiunile acropodiale sunt cele mai frecvente cauze ale șchiopăturii la cabaline. În funcție de tipul și evoluția acestora este influențată capacitatea animalului ducând la scăderea performanțelor cailor de sport, de agrement și tracțiune. Pentru a avea cele mai bune rezultate în competiții este necesară evaluarea periodică a stării de sănătate pentru a putea diagnostica și/sau preveni din timp afecțiuni care pot să influențeze performanțele cailor.

Metodele de diagnostic ale șchiopăturii la cabaline includ asocierea între anamneză, inspecție, mersul la pas și la trap, palpație și metodele complementare precum puncție și examen imagistic (ecografie, radiografie, computer tomografie și rezonanța nucleară magnetică). Pe de-o parte introducerea mijloacelor imagistice într-un număr cât mai mare în practica veterinară și continua îmbunătățire a acestora permit identificarea afecțiunilor înainte ca acestea să se manifeste clinic iar pe de altă parte apariția instrumentelor de generație nouă și a materialelor epoxidice în sfera medicală oferă perspectiva progresului real în tratamentul afecțiunilor acropodiului.

Temele studiate urmăresc contabilizarea leziunilor întâlnite în sindromul podotroclear, modificările suprafeței articulare metacarpo-falangiene, stabilirea unor valori de referință pentru amprenta termică a copitei, modificări de temperatură a solei în sindromul podotroclear, asocierea dintre dimensiunea unghiurilor copitei și afecțiunile întâlnite, identificarea celei mai bune metode de tratament în cazul seimelor prin utilizarea de material epoxidic, fire metalice și șuruburi inserate în marginile acestora.

### **Locul desfășurării studiilor**

- Clinica de Chirurgie a FMV Timișoara;
- Laboratorul de Imagistică a FMV Timișoara;
- Laboratorul de cercetare al Universității de Politehnică Timișoara.
- Herghelie Izvin;
- Manej Săcălaz;
- Abator Giulvăz

### **Metodologie aplicată**

- Examenul clinic și de șchiopătură la cai;
- Efectuarea termografiei acropodiului și a amprentei termale a solei utilizând aparatul Flir E50 (*FLIR SYSTEMS AB*);
- Efectuarea radiografiei acropodiului folosind radiograful Siemens Multix Swing;
- Efectuarea scanării prin computer tomografie a acropodiului folosind CT –ul Siemens Somatom Definition AS 64;
- Efectuarea scanării ecografice a articulației metacarpo-sesamo-falangiene folosind aparatul ecograf *MyLab 70 Vet*;
- Administrarea în bursa naviculară a soluției de contrast Ultravist 370 (370 mg/ml) Bayer.

- Puncția articulației metacarpo-sesamo-falangiene și a bursei naviculare utilizând seringi de 10 ml cu ac 21 G, 1.1 mm x 40 mm;
- Analiza statistică: testului neparametric Kendall's tau, test neparametric T-test paired two samples, Kruskal-Wallis test, coeficient Pearson.

**Cuvinte cheie:** metode de diagnostic, sindrom navicular, seime, cartilaj articular, tratament seime

În conformitate cu instrucțiunile în vigoare teza este compusă din două părți mari:

- I. Partea generală: Stadiul actual al cunoașterii
- II. Cercetările proprii

### **Partea generală Stadiul actual al cunoașterii**

Este extinsă pe 57 de pagini și structurată în cinci capitole, respectiv:

**Capitolul 1. Istoria potcovitului**, unde se face o încadrare în spațiu și timp a apariției potcovitului la cal, pornind de la primele protecții de copită din piele și metal, apărute încă din sec. I d.Hr până la cele din aluminiu și adezivi epoxidici din sec. XXI folosite pentru a proteja copita și a corecta defectele de aplomb.

În România, apariția potcoavelor din fier este legată de obținerea fierului din primele exploatații de minereu din țară. În general fierarii de la sate erau cei care se ocupau de potcovitul cailor și al boilor. În județul Cluj, precum și în alte regiuni din țară tehnica potcovitului a fost transmisă între generații. În regiunea Munților Apuseni se practică potcovitul folosind potcoave metalice care se prind la copită cu 6 caiele-iarna și cu 8 caiele-vara.

În prezent există și alte alternative pentru potcoavele clasice din metal. Cele mai frecvente materiale folosite implică utilizarea de papuci prefabricați din poliuretan, cauciuc sau fibră de sticlă. De asemenea, se folosesc compuși epoxidici care se aplică direct pe peretele copitei și pe solă.

**Capitolul 2. Metode de diagnostic în afecțiuni acropodiale**, unde sunt prezentate metodele generale și cele speciale de diagnostic care ajută la stabilirea sediului durerii și la identificarea leziunilor răspunzătoare de semnele clinice. Metodele generale de examinare includ inspecția, palpația, ascultația, puncția, biopsia și anestezia loco-regională, iar metodele speciale includ radiografia, termografia, ecografia, artrografia, examenul prin computer tomograf, scintigrafia nucleară și identificarea biomarkerilor.

Sunt descrise metodele și timpii prin care se localizează sediul durerii, fiind necesară asocierea metodelor generale de examinare care pun în evidență modificările locale ale țesuturilor precum cele de aspect, volum și consistență. În continuare se vor recomanda metodele speciale de diagnostic pentru examenul suprafețelor osoase, ale articulațiilor, ale ligamentelor și ale tendoanelor.

Metodele speciale de diagnostic pun în evidență leziuni precum tendinite, artrite, chisturi, fisuri și fracture osoase, leziuni degenerative ale cartilajului, bursite, toate acestea neputând fi identificate prin simpla palpăre a unei tumefacții și prin evaluarea semnelor clinice.

**Capitolul 3. Tipurile de mișcare ale cailor**, în care sunt descrise tipurile de mers ale calului, respectiv mersul la pas, trap, galop și mersul înapoi. Sunt de urmărit la mersul unui cal următoarele caracteristici: balans, lungime, înălțime, rapiditate, regularitate și liniaritate.

În momentul în care se cunosc timpii pentru fiecare tip de mers este cu putință a identifica o abatere de la normal pe care să o încadrăm în sfera patologică, a unui mers cu șchiopătură.

Evaluarea și studiul mersului la cal se face prin cinetică și cinematică. Un cal șchiop va suporta mai puțină greutate pe membrul bolnav și acest lucru poate fi măsurat cu exactitate prin analiza cinetică care identifică scăderea forței de reacție la sol.

Cinematica, la fel ca și cinetica poate fi folosită pentru a cuantifica mișcărilor, iar în final acestea vor fi corelate cu șchiopătura. Majoritatea aplicațiilor cuantifică șchiopătura prin măsurarea asimetriei mișcărilor dintre partea stângă și partea dreaptă a corpului.

**Capitolul 4. Unghiurile copitei.** Acest capitol consemnează date despre dimensiunea unghiurilor copitei, existând relatări ale lui Simon din Atena încă din anul 430. î.Hr. și ale lui Xenophon 390. î.Hr. care recomandau: ”Când cumperi un cal...primul lucru este să te uiți la picioarele lui...călcâiele înalte păstrează o furcuță bună pe sol, în schimb ce călcâiele joase face ca sprijinul să se facă cu partea moale a copitei”. Întărirea acestei ipoteze a fost făcută de către Blundeville și Clifford care sugerează o scurtare a peretelui copitei, nu și a călcâielor.

În 1802, White este primul care afirmă că unghiul copitei trebuie să aibă un număr specific de grade, iar în cartea sa precizează faptul că unghiul corect este cel de 45 de grade. De-a lungul timpului, teoria conform căreia unghiul copitei trebuie să fie de 45 de grade a fost acceptată, ceea ce nu înseamnă că acest unghi este și cel corect; unghiul copitei poate varia între 50 și 60 de grade și probabil media dintre cele două, 55 de grade, va fi în mod frecvent întâlnită la caii sănătoși.

Cele mai importante unghiuri cunoscute și studiate ale acropodiului sunt: unghiul copitei, unghiul marginii dorsale a falangei a III-a, unghiul palmar. Modificările acestor unghiuri duc la apariția unui stres asupra ligamentelor și a tendoanelor care în final se vor manifesta clinic prin șchiopătură și imagistic prin tendinite, artrite, artroze, naviculartrită și osificarea cartilajelor complementare.

**Capitolul 5. Afecțiunile acropodiale.** Cele mai frecvent întâlnite și prezentate în acest capitol sunt: sindromul navicular, seimele, pododermatita aseptică difuză, osteoartrita și leziunile subcondrale.

Semnul clinic predominant al acestor afecțiuni acropodiale fiind șchiopătura de diferite grade, conform sistemului AAEP.

Pentru diagnostic este necesară anamneza, asocierea între metodele generale și speciale, iar în funcție de localizare, folosirea elementelor de diagnostic diferențial.

În funcție de diagnostic, tratamentul este de durată și poate influența performanțele viitoare ale cailor. După efectuarea tratamentului primar se recomandă o perioadă de recuperare care implică acupunctură, hidroterapie și antrenament pe teren cu nisip de cuarț.

## Cercetările proprii

Această parte se extinde pe 101 pagini și este compusă din șapte capitole.

### Capitolul 6. Diagnosticul ecografic al artrozei metacarpofalangiene prin corelarea imaginilor ecografice cu aspectul macroscopic

#### *Obiectivele studiului:*

- ❖ examinarea ecografică și macroscopică a articulației metacarpofalangiene;
- ❖ identificarea leziunilor de artroză ale suprafeței articulare a metacarpului;
- ❖ corelarea imaginilor ecografice cu aspectul macroscopic al suprafeței articulare;

#### *Metoda de lucru:*

Pentru acest studiu au fost examinați pe durata a 2 ani de zile un număr de 347 de cabaline, atât femele cât și masculi cu o vârstă medie de 9 ani și 2 luni (5 ani și 14 ani). Dintre acestea un număr de 79 cabaline au prezentat șchiopătură la examenul clinic la pas. Au fost recoltate după sacrificare membrele, distal de articulația carpo-radio-ulnară, de la 32 de cabaline care au răspuns pozitiv la testul de flexie al articulației metacarpofalangiene și care au prezentat o temperatură locală crescută în urma utilizării termoscanerului *FLIR E50 (FLIR SYSTEMS AB)*;

Pentru examinarea ecografică s-a utilizat aparatul MyLab 70 Vet folosind o sondă liniară cu frecvența de 8-18 MHz având semnul de poziție al sondei de examinare orientat înspre medial. După investigarea ecografică, s-a deschis articulația metacarpofalangiană prin incizia pielii pe fața dorsală și palmară cu prelungirea inciziilor pe lateral, respectiv medial, iar pe urmă a fost incizată capsula articulară și luxată articulația pentru a evidenția troclea și condilul medial, respectiv lateral. După deschiderea articulației, a fost măsurată lățimea leziunilor cartilajului cu ajutorul unui șubler.

#### *Rezultate:*

Valorile obținute în urma efectuării ecografiei cartilajului articular cu localizare pe condilul medial, lateral și troclea (n=32) au fost comparate utilizându-se testul *T-test paired two samples* cu un coeficient  $p < 0.001$  de unde rezultă că lotul este omogen iar valoarea medie poate fi reprezentativă pentru fiecare structură examinată.

Coeficientul obținut în urma utilizării testului neparametric *Kendall s tau* este  $t = 0.967$ . La același rezultat se ajunge și determinând coeficientul Pearson,  $r = 0.998$ . Ambele valori ale coeficienților de variație sunt semnificativ statistic la un nivel 0.01(2-tailed), astfel există o corelație puternică între măsurătorilor bazate pe tehnica ecografică, respectiv cea macroscopică. Utilizând funcția lineară de regresie se obține expresia  $y = 1,027 * x + 0,016$ , unde y reprezintă valorile determinate ecografic iar x valorile determinate macroscopic. Modelul este asigurat statistic,  $F = 2492,6$  cu  $p < 0.001$ , astfel cunoscând valorile măsurate printr-o metodă este posibil de estimat valoarea determinată prin cealaltă metodă.

## Capitolul 7. Evaluarea amprentei termice a copitei la cai

### *Obiectivele studiului:*

- ❖ identificarea temperaturii pe care copita o cedează în contact cu o suprafață de sprijin;
- ❖ stabilirea unei valori de referință a amprentei termice a copitei la caii sănătoși;

### *Metoda de lucru:*

Au fost efectuate măsurători termografice ale amprentei copitei, fără a supune animalul la efort. Măsurătorile termografice au fost efectuate în aceleași condiții de temperatură (21°C), paviment din cauciuc, fără curenți de aer și o umiditate relativă a aerului de 80%, în interiorul maneului în zona de curățare și pregătire a cailor pentru activitățile ecvestre. Distanța dintre examiner și amprentă digitală a fost de 1 metru.

Înainte cu 30 de minute de efectuarea termografiei amprentei, copita cailor a fost curățată de impurități, iar animalul a fost ținut în zona de examinare pentru a se acomoda cu mediul și cu temperatura ambientală.

Au fost efectuate măsurători atât pentru membrele toracale, cât și pentru cele pelvine. Pentru fiecare amprentă termică a copitei au fost apreciate 6 arii, astfel: marginea soleară a frunții, solă, furcuță, apex furcuță, marginea soleară a peretelui copitei și călcâi.

### *Rezultate:*

În urma aplicării testului T-test paired two samples s-a obținut valoarea p ( $p > 0.05$ ), astfel observându-se faptul că nu sunt diferențe semnificative ale temperaturii între membrele congenere.

Valorile medii obținute în urma efectuării termografiei amprentei termice pot fi propuse ca descriptori pentru fiecare element în parte, fapt demonstrat prin aplicarea testului One Simple T test pentru a compara valorile obținute la membrul drept și stâng cu valorile propuse. În 10 din 12 situații valoarea sig,  $p > 0.05$  astfel că nu există diferențe semnificativ statistic între valorile măsurate și cele propuse.

Diagrama Boxlot aferentă amprentelor termice măsurate pentru cele 6 arii de la membrele anterioare și posterioare indică poziționarea pe axa a valorilor temperaturilor măsurate în care sunt redate distinct minimul, maximul Quartile 1 și 3, respectiv mediana seriei, astfel 50% dintre valorile obținute pentru fiecare arie au fost superioare valorii identificate.

## Capitolul 8. Evaluarea termografică a suprafeței solei în sindrom podotroclear

### *Obiectivele studiului:*

- ❖ identificarea diferențelor de temperatură ale ariei de proiecție a osului navicular pe suprafața furcuței la caii cu sindrom podotroclear comparativ cu cei sănătoși, în urma antrenamentului;
- ❖ stabilirea unui desen termografic a suprafeței soleare pentru caii cu sindrom podotroclear.

### *Metoda de lucru:*

În realizarea studiului au fost examinați un număr de opt cai cu sindrom podotroclear unilateral fiind luat ca grup de studiu atât membrul afectat cât și contralateralul și un număr de patru cai sănătoși care au reprezentat grupul de control. Criteriile de includere a cailor în studiu au

fost: șchiopătură cronică și progresivă unilaterală, reacție pozitivă în urma aplicării cleștelui pentru copită și în urma aplicării testului de presiune pentru furcuță, dispariția șchiopăturii ca rezultat al blocării nervului digital palmar și în urma observațiilor radiografice.

Au fost luate în considerare două zone de pe suprafața solei: aria de proiecție a osului navicular pe furcuță și aria solei cranial de furcuță, pentru a urmări modificările de temperatură care apar înainte și după antrenament pentru fiecare grup de studiu. Pentru fiecare arie de proiecție s-a luat în considerare valoare minimă și media temperaturii ariei pentru a compara diferențele obținute.

#### *Rezultate:*

Atât înainte de antrenament cât și după antrenament se observă diferențe de temperatură pentru cele 2 arii la grupurile luate în studiu.

Pentru grupul martor, după antrenament s-a constatat o creștere a temperaturii minime și a mediei pentru aria de proiecție a osului navicular și a solei comparativ cu temperaturile înregistrate înainte de antrenament.

În cazul grupului de studiu, pentru membrul sănătos contralateral al cailor cu sindrom podotroclear, după antrenament, valoarea temperaturii minime și medii au crescut precum și aria de proiecție a osului navicular și a solei sunt mai extinse comparativ cu măsurătorile efectuate înainte de antrenament.

În cazul grupului de studiu a cărui membru prezintă sindrom podotroclear, după antrenament, temperatura în partea caudală a copitei nu a suferit modificări semnificative, în schimb zona din fața furcuței s-a extins în dimensiune și valoarea temperaturii locale a crescut. De asemenea, valoarea minimă și media temperaturii ariei de proiecție a osului navicular pe suprafața furcuței nu a crescut semnificativ în urma antrenamentului.

Desenul termal obținut atât înainte cât și după antrenament este diferit pentru fiecare grup de studiu și prezintă un format caracteristic pentru caii care prezintă sindrom podotroclear.

## **Capitolul 9 Utilizarea CT-ului ca metodă de diagnostic în sindromul podotroclear**

### *Obiectivele studiului:*

- ❖ identificarea leziunilor osoase, a bursei naviculare și a aderențelor în sindrom navicular;
- ❖ compararea imaginilor obținute prin examinarea convențională și cea cu substanță de contrast;

### *Metoda de lucru:*

În realizarea studiului au fost examinați un număr de 187 cai, atât masculi cât și femele, cu o vârstă medie de 7 ani și 9 luni (5 ani-12 ani) și o greutate corporală de 450 kg±70 kg. Dintre aceștia un număr de 37 de cai au prezentat un răspuns pozitiv la testul de compresie folosind cleștele de încercat copita aplicat pe aria de proiecție a osului navicular, astfel că după sacrificare au fost luate în studiu membrele distal de articulația carpo-metacarpiană.

Membrele au fost investigate în laboratorul de Imagistică a Facultății de Medicină Veterinară din Timișoara, iar examinarea s-a efectuat atât prin Computer Tomografie convențională cât și cu substanță de contrast.



Pentru examenul CT cu mediu de contrast, injectarea de soluție Ultravist 370 (370 mg/ml) Bayer în bursa naviculară s-a efectuat sub control fluoroscopic (Siremobil Compact L). În timpul administrării, membrul a fost menținut în poziție latero-medială, introducerea acului având loc printre călcâie cu vârful orientat înspre marginea coronară. După confirmarea fluoroscopică a poziției s-a introdus cca 4 ml soluție Ultravist în bursa naviculară.

#### *Rezultate:*

Pe scanările CT convenționale nu s-a putut identifica prezența aderențelor bursei naviculare. Prezența substanței de contrast în bursa naviculară a permis identificarea la 31 de membre a aderențelor bursei naviculare cu osul navicular și / sau cu tendonul flexorului digital profund în scanărilor CT.

Cea mai frecventă leziune observată în urma examenului CT simplu a fost prezența chistului subcondral în corticala palmară a osului navicular (24 membre), iar la 16 membre această leziune a fost asociată constant cu aderențe ale bursei naviculare.

Din cele 37 de membre examinate la 12 dintre acestea s-au descoperit asocieri simultane a mai multor leziuni: aderențe ale bursei naviculare, chisturi subcondrale și creșterea opacității corticalei palmare a osului navicular.

### **Capitolul 10. Determinări radiografice ale unghiurilor copitei la caii cu șchiopătură**

#### *Obiectivele studiului:*

- ❖ utilizarea radiografiei pentru vizualizarea structurilor din interior copitei;
- ❖ măsurarea unghiurilor copitei, a falangei a III-a și a celui palmar;
- ❖ asociere între mărirea unghiurilor și prezența șchiopăturii;

#### *Metoda de lucru:*

Studiul a fost efectuat pe un număr de 18 cai cu o vârstă medie de 7 ani și 6 luni (5 ani-9 ani) și o greutate corporală de 450 kg±70 kg, dintre care 14 cai au prezentat șchiopătură la membrele posterioare și pe un lot martor de patru cabaline care nu prezentau șchiopătură.

Radiografiile au fost făcute utilizând aparatul Siemens Multix Swing folosind următorii parametri pentru expunere 70-75 kV și 20-25 mAs. Incidența folosită pentru expunere a fost latero-medială.

#### *Rezultate:*

Radiografic, există diferențe ale valorii unghiurilor la caii care prezintă șchiopătură față de cei clinic sănătoși și între unghiurile obținute de la caii cu sindrom podotroclear față de cele obținute de la copitele cailor cu laminită.

### **Capitolul 11. Testarea rezistenței compușilor epoxidici în patologii ale acropodiului**

#### *Obiectivele studiului:*

- ❖ Testarea rezistenței materialului epoxidic folosit ca metodă de fixare a seimelor
- ❖ Identificarea celei mai bune metode de tratament în cazul seimelor superficiale/ profunde în baza forței maxime aplicate la care apare distrucția rezistenței angrenajului
- ❖ Testarea metodelor de fixare folosind forțe de compresiune

- ❖ Testarea rezistenței materialul epoxidic folosit pentru modificarea unghiului copitei în sindromul podotroclear.

*Metoda de lucru:*

După abatorizarea cabalinelor au fost prelevate copitele și s-a prelucrat peretele cutiei de corn; a avut loc desprinderea acestuia de structurile lamelare și s-au obținut probele de lucru. Afecțiunile luate în studiu au făcut referire la: seimă soleară și seimă totală superficială și profundă.

Pentru fiecare tip de seimă superficială și profundă s-au efectuat următoarele metode de fixare: material epoxidic simplu, material epoxidic aplicat după fixarea cu șuruburi și fire metalice.

După efectuarea tratamentului de susținere pentru fiecare tip de seimă, probele au fost introduse în aparatul Instron Materials Testing Machine pentru testarea rezistenței la aplicarea forțelor de compresiune.

Pentru a testa rezistența la compresiune a materialul epoxidic folosit pentru modificarea unghiului copitei în sindrom podotroclear s-a aplicat acest compus pentru a modifica unghiul copitei la 60°, respectiv 65°.

*Rezultate:*

În cazul testelor de compresiune pentru o seimă soleară având o adâncime de 2 mm, utilizarea simplă a materialul epoxidic a conferit o rezistență mai bună decât în cazul unei seime soleare superficiale cu adâncimea de 4 mm. Pentru seimele soleare profunde testele de compresiune au arătat o rezistență mai scăzută comparativ cu utilizarea materialului epoxidic în seimele superficiale cu grad diferit de adâncime.

Testarea rezistenței la compresiune a unei seime soleare profunde blocate dorsal a fost mai bună comparativ cu același tip de seimă în care s-a utilizat doar material epoxidic.

Fixarea cu material epoxidic simplu în cazul unei seime totale atât pentru o seimă cu adâncimea de 2 mm cât și pentru una de 4 mm nu a prezentat o bună rezistență la testele de compresiune.

Acest tip de fixare a marginilor seimei cu șuruburi, fir metalic și material epoxidic are o rezistență la compresiune mai bună comparativ cu utilizarea șuruburilor și a firului metalic pentru fixarea marginilor seimei.

Rezistența la compresiune în cazul modificării unghiului copitei cu 60° este mai mare decât în cazul modificării cu 65°.

## **12. Concluzii finale și relevarea aspectelor de originalitate / noutăți**

Ultima parte a lucrării include Concluziile finale, care relevă aspecte de originalitate și informații pentru practicieni.

Termografia poate fi utilizată pentru evaluarea amprente termice. Valoarea de temperatură medie identificată pentru fiecare arie a amprente termice poate fi propusă ca valoare de referință pentru caii sănătoși.

Desenul termografic obținut în cazul cailor cu sindrom podotroclear unilateral poate fi propus ca desen caracteristic pentru această afecțiune.

În sindrom podotroclear computer tomografia cu substanță de contrast administrată în bursa naviculară confirmă prezența aderențelor și a distensiei bursei naviculare.

Compusul epoxidic în combinație cu celelalte metode de fixare favorizează creșterea rezistenței fixării în cazul aplicării forțelor de compresiune comparativ cu simpla utilizare a metodelor de fixare (șuruburi, firele metalice).

Aspecte de originalitate:

1. Evaluarea ecografică a cartilajului articular și corelarea imaginii ecografice cu măsurătorile macroscopice a leziunilor de astroză.
2. Identificarea amprenteii termice a copitei la caii sănătoși și stabilirea unor valori medii de temperatură ca referință;
3. Compararea desenului termal al solei între caii sănătoși și cei care prezintă sindrom podotroclear și stabilirea unui desen termografic caracteristic;
4. Scanările CT cu mediu de contrast administrat în bursa naviculară permit o evaluare detaliată a osului navicular și ale structurilor din vecinătate.
5. Testarea rezistenței metodelor de fixare pentru diferite tipuri de tratament aplicat în seime.

## Summary

### Contributions to the diagnosis and treatment of acropodial diseases in horses

#### **This thesis contains:**

*List of abbreviations*

*Abstracts in Romanian and English*

*Part of bibliographic research: 57 pages*

*Own research part: 101 pages*

*Tables: 37*

*Figures: 78*

*Bibliographical sources: 175*

*Annexes: 3*

#### **The motivation for choosing the doctoral topic**

The doctoral study is focused on carrying out research on imaging diagnostic methods in acropodial conditions and on identifying the best treatment methods applied in hoof cracks and hoof balance changes.

The limb health is paramount in both sport and working horses, so to maintain it, a periodic evaluation and use of modern diagnostic tools is necessary, such as ultrasonography, radiography and computer tomography. Among these methods, the use of computer tomography, although it brings the most sensitive diagnostic elements, is not frequently used due to costs and complex infrastructure. Due to incomplete information in the national veterinary literature about navicular bone lesions found in podotroclear syndrome by conventional computed tomography, we undertook research in which

we performed computed tomography after the administration of contrast material in order to identify characteristic lesions for navicular bursa.

From the analysis of the information from the international and national literature, we noticed that there is no data regarding the temperature of the thermal footprint in horses. Thus, by identifying and proposing some reference values of the temperature for the areas of the thermal footprint, we performed the study to fill this gap for healthy horses.

Ultrasonography as a diagnostic method, according to the literature, is frequently used in the evaluation of tendons, ligaments, various pathological swellings and in the evaluation of articular surfaces in horses. Through the study, we correlate the images of the articular cartilage obtained ultrasonographically with the macroscopic measurements obtained after arthrotomy.

The multiple possibilities of treatment in horse hoof cracks represented the starting point in identifying the best method of treatment by testing their resistance under the action of compressive forces.

*Study domain: veterinary medicine, diagnosis, veterinary orthopedics*

### **The importance and relevance of the topic**

Acropodial conditions are the most common causes of lameness in horses. Depending on their type and evolution, they influence the horse's ability to exercise, reducing the performance of sport, leisure and working horses. In order to have the best results in competitions, it is necessary to periodically assess the state of health in order to be able to diagnose and/or prevent the conditions that can influence the performance of the horses.

Diagnosis methods of horse lameness include a combination of history, inspection, walk and trot observation, palpation and complementary methods such as centesis and imaging (ultrasound, radiography, computed tomography, nuclear magnetic resonance and scintigraphy). On the one hand, the introduction of imaging methods in the largest possible number in veterinary practice and their continuous improvement allow to identify the conditions before they clinically manifest and monitoring of tissue healing regardless of their nature, and on the other hand, the appearance of new generation veterinary instruments, epoxy materials in the medical field offers the perspective of real progress in therapy.

The studied topics account for the lesions encountered in podotrochlear syndrome, the changes in the metacarpophalangeal joint surface, the thermal footprint changes of the sole, the identification of the best method of treatment in the case of cracks using epoxy material.

### **Location of the experiments**

- Surgery Clinic of FMV Timisoara;
- Imagistic Laboratory of FMV Timisoara;
- Research Laboratory of Politehnica University of Timisoara.
- Izvin studfarm;
- Sacalaz hipodrom;
- Giulvaz slaughter house.

### Applied methodology

- Clinical and lameness exam in horses;
- Performing the acropodial and sole footprint thermography using Flir E50 device (*FLIR SYSTEMS AB*);
- Performing the acropodial radiography using the Siemens Multix Swing machine;
- Performing the acropodial tomography scanning using the Siemens Somatom Definition AS 64 machine;
- Performing the ultrasound scanning of the metacarpo-sesamo-falangeal joint using the *MyLab 70 Vet machine*;
- Injection of the contrast solution Ultravist 370 (370 mg/ml) in navicular bursa;
- Puncture of the metacarpo-sesamo-phalangeal joint and navicular bursa using 10 ml syringes with 21 G (1.1 mm x 40 mm) needle;
- Statistical analysis: non-parametric Kendall's tau test, non-parametric T Test paired two samples, Kruskal-Wallis test, Pearson coefficient.

**Keywords:** diagnosis methods, podotroclear syndrome, cracks, articular cartilage, hoof cracks treatment

The thesis is divided into two major parts:

- III. General part: The current state of knowledge
- IV. Own research

### General part

#### The current state of knowledge

This part extends to 55 pages and it is structured in five chapters:

**Chapter 1. History of shoeing**, where a framework is made in space and time for the beginning of horseshoeing, starting from the first hoof protections made of leather and metal, which appeared in the first century AC to those made of aluminum and epoxy adhesives from the XXI century used to protect the hoof and to correct hoof balance defects.

In Romania, the appearance of iron horseshoes is linked to iron extraction from the first iron ore mines in the country. In general, blacksmiths from the villages were the ones who were in charge of shoeing horses and oxen. In Cluj County, as well as in other regions of the country, the horseshoe technique has been passed down between generations. In the region of the Apuseni Mountains, horseshoeing is practiced using metal horseshoes that are attached to the hoof with 6 nails in winter and 8 nails in summer.

Nowadays there are other alternatives to the classic metal horseshoes. The most common materials used for horseshoeing involve the use of polyurethane, rubber, or fiberglass booties. Epoxy compounds that are applied directly to the hoof wall and sole are also used.

**Chapter 2. Diagnosis methods in acropodial disease**, where the general and special diagnostic methods that help to establish the location of the pain and identify the primary lesions of the clinical signs are presented. General methods of examination include inspection, palpation, auscultation, puncture, biopsy, and loco-regional anesthesia, and special methods include

radiography, thermography, ultrasound, arthrography, computed tomography examination, nuclear scintigraphy, and identification of biomarkers.

The methods and times by which the location of the pain is determined are described, and it is necessary to combine the general examination methods that highlight the local changes of the tissues such as those of appearance, volume, and consistency. Next, special diagnostic methods will be recommended for the examination of bone surfaces, joints, ligaments and tendons.

Special diagnostic methods highlight injuries such as tendinitis, arthritis, cysts, bone fractures, degenerative cartilage injuries, bursitis, all of which cannot be identified by simply palpating a swelling and evaluating clinical signs.

**Chapter 3. Type of movements in horses**, in which the types of horse gait are described, namely the walk, trot, gallop and backward walk. The following characteristics should be observed when a horse walks: balance, length, height, speed, regularity and linearity.

Once we know the times in which each type of gait is performed, it is possible to identify a deviation from what should be normal that we can fit into the pathological sphere, of a limping gait.

The assessment and study of horse gait is done through kinetics and kinematics. A lame horse will bear less weight on the affected limb and this can be accurately measured by kinetic analysis which identifies the decrease in ground reaction force.

Kinematics, like kinetics can be used to quantify movements, and ultimately these will be correlated with lameness. Most applications quantify lameness by measuring the asymmetry of movements between the left and right sides of the body.

**Chapter 4. Hoof angles.** This chapter records data about the size of the hoof angles, there are accounts by Simon of Athens as early as 430 BC and of Xenophon 390 BC who recommended: "When you buy a horse... the first thing is to look at his feet... high heels keep a good frog on the ground, whereas low heels make the support to be done with the soft part of the hoof". The Strengthening of this hypothesis was made by Blundeville and Clifford who suggest a shortening of the hoof wall, not of the heels.

In 1802, White is the first who stated that the angle of the hoof must have a specific value, and in his book, he states that the correct angle is 45 degrees. Over time, the theory that the angle of the hoof should be 45 degrees has been accepted, which does not mean that this angle is also the correct one, the angle of the hoof varies between 50 and 60 degrees and probably the mean of the two, 55 degrees, will be commonly found in healthy horses.

The most important known and studied angles of the hoof are: the hoof angle, the dorsal angle of the 3rd phalanx, the palmar angle. Changes in these angles lead to stress on the ligaments and tendons that will eventually manifest clinically through lameness and imaging through tendinitis, arthritis, arthrosis, navicular arthritis and ossification of the complementary cartilages.

**Chapter 5. Acropodial condition.** The most frequently encountered and presented conditions in this chapter are: navicular syndrome, cracks, diffuse aseptic pododermatitis, osteoarthritis and subchondral lesions.

The predominant clinical sign of these acropodial conditions is lameness with different scores, according to the AAEP system.

For diagnosis, it is necessary to check the history, the association between general and special methods and, taking into account the site, the use of differential diagnosis elements.

Depending on the diagnosis, the treatment is long-lasting and can influence the horses' future performance. After the primary treatment, a recovery period involving acupuncture, hydrotherapy and field training with sand have to be taken in consideration.

## Part II - Own research

This part is extended on 101 pages and it is divided in seven chapters.

### Chapter 6. Ultrasound diagnosis of the metacarpophalangeal arthrosis through correlation of ultrasound images with the macroscopic appearance

#### *Study objectives:*

- ❖ Ultrasound and macroscopic examination of the metacarpo-sesamo-phalangeal joint;
- ❖ Identification of the arthrosis lesion on the articular surface of metacarpal bone ;
- ❖ Correlation of the ultrasound images with the macroscopic appearance of the joint surface;

#### *Materials and methods:*

For this study, a number of 347 horses, both females and males, with a mean age of 9 years and 2 months (5 years and 14 years) were examined for 2 years. Of these, a number of 79 horses presented lameness during the clinical walk examination. The limbs, distal to the carpo-radio-ulnar joint, were harvested after the sacrifice of 32 horses that responded positively to the metacarpophalangeal joint flexion test and that showed an increased local temperature following the use of the FLIR E50 thermoscanner (FLIR SYSTEMS AB).

For ultrasound examination, the MyLab 70 Vet machine was used using a linear probe with a frequency of 8-18 MHz, with the mark of the examination probe oriented medially. After the ultrasound investigation, the metacarpophalangeal joint was opened by incising the skin on the dorsal and palmar side with the extension of the incisions laterally, respectively medially, and then the joint capsule was incised and the joint was dislocated to reveal the trochlea and medial, respectively lateral condyle. After opening the joint, the width of the cartilage lesions was measured using a caliper.

#### *Results:*

The values obtained after performing the ultrasound of the articular cartilage with localization on the medial, lateral condyle and trochlea (n=32) were compared using the paired two samples T-test with a  $p < 0.001$  coefficient, which shows that the group is homogeneous and the mean value e may be representative of each examined structure.

The obtained coefficient after using the non-parametric Kendall s tau test is  $\tau = 0.967$ . The same result is reached by determining the Pearson coefficient,  $r = 0.998$ . Both values of the coefficients

of variation are statistically significant at the 0.01 (2-tailed) level, thus there is a strong correlation between the measurements based on the ultrasound technique, respectively the macroscopic one. Using the linear regression function, the expression  $y = 1.027 * x + 0.016$  is obtained, where  $y$  represents the ultrasound determined values, and  $x$  the macroscopically determined values. The model is statistically assured,  $F= 2492.6$  with  $p < 0.001$ , thus knowing the values measured by one method it is possible to estimate the value determined by the other method.

## **Chapter 7. Thermographic evaluation of the footprint in horses**

### *Study objectives:*

- ❖ identification of the temperature that the hoof gives in contact with a support surface;
- ❖ establishing a reference value of the hoofprint in healthy horses;

### *Materials and methods:*

Thermographic measurements of the hoofprint were performed without subjecting the animals to effort. The thermographic measurements were carried out under the same temperature conditions (21°C), rubber floor, no air currents and a relative air humidity of 80%, inside the stable in the area of cleaning and preparing the horses for equestrian activities. The distance between the examiner and the hoofprint was of 1 meter.

With 30 minutes prior to performing the hoofprint thermography, the horse's hoof was cleaned of artifacts and the animal was kept in the examination area for acclimatization to the environment and ambient temperature. Measurements were taken for both the thoracic and pelvic limbs. For each thermal hoofprint, 6 areas were evaluated, as follows: the solar edge of hoof front, the sole, the frog, the apex of the frog, the solar edge of the hoof wall and the heel.

### *Results:*

Following the application of the T-test paired two samples, the  $p$  value was obtained ( $p > 0.05$ ), thus there are no significant differences in temperature between collateral limbs. The mean values obtained after performing thermal hoofprint can be proposed as descriptors for each individual element, a fact demonstrated by applying the One Simple T test to compare the values obtained on the right and left limb with the proposed values. In 10 out of 12 situations the  $p$  value,  $p > 0.05$  so that there are no significant differences between the measured values and the proposed ones.

The Boxplot diagram related to the thermal hoofprints measured for the 6 areas from the front and rear limbs indicates the positioning on the axis of the measured temperature values in which the minimum, maximum, Quartiles 1 and 3, respectively the median of the series, are displayed distinctly, thus 50% of the values obtained for each area were higher than the identified value.



## **Chapter 8. Thermographic evaluation of the sole surface in podotrochlear syndrome**

### *Study objectives:*

- ❖ identification of temperature differences in the projection area of the navicular bone on the surface of the frog in horses with podotrochlear syndrome compared to healthy ones following training;
- ❖ establishing a thermographic pattern of the sole surface for horses with podotrochlear syndrome.

### *Materials and methods:*

To carry out the study, a number of eight horses with unilateral podotrochlear syndrome were examined, taking as study group both the affected and the contralateral limb, and a number of four healthy horses that represented the control group. The criteria for inclusion of horses in the study were: chronic and progressive unilateral lameness, positive reaction to hoof tester and frog pressure test, disappearance of lameness as a result of palmar digital nerve block and radiographic observations.

Two areas on the sole surface were taken into consideration: the projection area of the navicular bone on the frog and the sole area, to check the temperature changes occurring before and after training for each study group. For each projection area, the minimum and the mean value temperature of the area were taken into account to compare the obtained differences.

### *Results:*

Both before and after training, the differences in temperature are observed for the 2 areas in the studied groups.

For the control group, after training there was an increase in minimum and mean temperature for the navicular bone and sole area compared to the temperatures recorded before training for the same areas.

In case of the study group with contralateral healthy limb of horses with podotrochlear syndrome, after training, the minimum and mean temperature values increased, and the projection area of the navicular bone and sole were extended compared to the measurements taken before training.

In case of the study group with the limb that presented podotrochlear syndrome, after training, the temperature in the caudal part of the hoof did not undergo significant changes, instead the area in front of the frog extended in size and the value of the local temperature increased. Also, the minimum and mean temperature of the projection area of the navicular bone did not increase significantly after training.

The thermal pattern obtained both before and after training is different for each study group and shows a characteristic pattern for horses with podotrochlear syndrome.

## **Chapter 9 The use of CT as a diagnostic method in podotrochlear syndrome**

### *Study objectives:*

- ❖ identification of bone and navicular bursa lesions and adhesions in podotrochlear syndrome;
- ❖ comparison of the images obtained between the conventional examination and the one with contrast substance.

### *Materials and methods:*

In carrying out the study, a number of 187 horses, both male and female, with a mean age of 7 years and 9 months (5 years-12 years) and a body weight of 450 kg±70 kg were examined. Among them, a number of 37 horses presented a positive response to the compression test using the hoof forceps applied to the projection area of the navicular bone, so after slaughter, the limbs distal to the carpo-metacarpal joint were harvested for study.

The limbs were investigated in the Imaging Laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine from Timisoara and the examination was performed by Computer Tomography both conventionally and with contrast substance.

For the CT examination with a contrast medium, the insertion of Ultravist 370 (370 mg/ml) Bayer solution into the navicular bursa was performed under fluoroscopic control (Siremobil Compact L). During administration, the limb was maintained in a latero-medial position, with the needle insertion between the heels with the tip directed toward the coronary band. After fluoroscopic confirmation of the position, approximately 4 ml of Ultravist solution was introduced into the navicular bursa.

### *Results:*

The presence of the navicular bursa adhesions could not be identified on the conventional CT scans. The presence of the contrast medium in the navicular bursa allowed the identification of the adhesions of the navicular bursa with the navicular bone and/or the deep digital flexor tendon in CT scans in 31 limbs.

The most frequent lesion observed following the conventional CT examination was the presence of a subchondral cyst in the palmar cortex of the navicular bone (24 limbs), and in 16 limbs this lesion was consistently associated with adhesions of the navicular bursa.

Of the 37 examined limbs, 12 of them showed simultaneous associations of several lesions: adhesions of the navicular bursa, subchondral cysts and increased opacity of the palmar cortex of the navicular bone.

## **Chapter 10. Radiographic determination of the hooves angles in lameness horses**

### *Study objectives:*

- ❖ the use of radiography to visualize the structures inside the hoof;
- ❖ measurement of hoof, third and palmar phalanx angles;
- ❖ correlation between the size of the angles and the presence of lameness;

*Materials and methods:*

The study was performed on a number of 18 horses with a mean age of 7 years and 6 months (5 years-9 years) and a body weight of 450 kg $\pm$ 70 kg, of which 14 horses presented lameness in the hind limbs and on a control group of four horses without lameness. Radiographs were taken using the Siemens Multix Swing machine which uses the following parameters for exposure 70-75 kV and 20-25 mAs. The incidence used for exposure was latero-medial.

*Results:*

Radiographic, there are differences in the values of the angles in lameness versus clinically healthy horses and between the angles obtained from horses with podotrochlear syndrome versus horses with laminitis.

**Chapter 11 Use of the epoxides compounds in acropodial pathology in horses***Study objectives:*

- ❖ Testing the strength of the epoxy material used as a method of cracks stabilize;
- ❖ Identification of the proper method of treatment in the case of superficial/deep cracks based on the maximum applied force at which the destruction of the resistance occurs
- ❖ Testing the treatment methods using compressive forces;
- ❖ Testing the resistance of the epoxy material used to modify the angle of the hoof in podotrochlear syndrome.

*Materials and methods:*

After the slaughter of the horses, the hooves were taken and the wall of the hoof was processed, detaching it from the lamellar structures and obtaining work samples. The studied conditions included: superficial and deep solar and total cracks.

The following fixation methods were performed for each type of superficial and deep crack: simple epoxy material, epoxy material applied after fixing the margin with screws and metal wires.

After the treatment was applied for each type of cracks, the samples were introduced into the Instron Materials Testing Machine for testing the resistance to the application of compressive forces.

To test the compressive strength of the epoxy material used to modify the hoof angle in podotrochlear syndrome, this compound was applied to modify the hoof angle to 60° and 65°, respectively.

*Results:*

In the case of compression tests for a 2 mm solar crack, the simple use of epoxy material gave better strength compared with a 4 mm solar crack. For deep solar cracks the compression tests showed a lower strength compared with the use of epoxy material in superficial cracks with different degrees of deepness.

The compressive strength testing of a deep solar crack with dorsal blockage was superior compared with the same type of crack using only epoxy material.

The Fixation with simple epoxy material in the case of both a total crack with the depth of 2 mm and a 4 mm one did not show good resistance in compressive tests.

Also, a better compressive strength was obtained using screws, metal wire, and epoxy material to fix the margin of the crack than using screws and metal wire to fix the edge.

The compressive strength in the case of modifying the hoof angle by 60° is higher than in the case of modifying the hoof angle by 65°.

## **12. Final conclusions and revealing aspects of originality / news**

The last part of the paper includes the Final Conclusions and also reveals aspects of originality and information for practitioners:

Thermography can be used to evaluate the thermal footprint. The mean temperature identified for each area of the thermal hoofprint can be proposed as a reference value for healthy horses.

The thermographic pattern obtained in the case of horses with unilateral podotrochlear syndrome can be proposed as a characteristic pattern for this condition.

In podotrochlear syndrome the Computed tomography (CT) with contrast solution administered in navicular bursa identify its adhesions and its elongations.

The epoxy compound in combination with other fixing methods leads to an increase in the strength during application of compressive forces, compared with the simple use of fixing methods (screws, metal wires).

Aspects of originality:

1. Ultrasound evaluation of articular cartilage and correlation of the ultrasound image with macroscopic measurements of arthrosis lesions.
2. Identifying the thermal footprint of the hoof in healthy horses and establishing the mean temperature as a reference value for each studied area;
3. Comparing the thermal pattern of the sole between healthy horses and those with podotrochlear syndrome and establishing a characteristic thermographic pattern;
4. The Ct scan with contrast medium administered in navicular bursa allow a clear evaluation of the navicular bone and surrounding tissue.
5. Testing the strength of the fixing methods for different types of treatment applied to the hoofcracks.