
Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1 EINLEITUNG..... | 10 |
| 1.1 Hypothesen der Studie..... | 11 |
| 2 LITERATURÜBERSICHT..... | 12 |
| 2.1 Anatomie des langen Röhrenknochens..... | 12 |
| 2.2 Histologie des langen Röhrenknochens..... | 14 |
| 2.3 Die Frakturheilung | 18 |
| 2.3.1 Spontane Knochenheilung..... | 18 |
| 2.3.2 Rahmenbedingungen der Frakturheilung..... | 23 |
| 2.3.3 Frakturheilungsprobleme | 24 |
| 2.3.4 Tiermodell | 25 |
| 2.4 Serumparameter | 26 |
| 2.4.1 Kollagenfragmente (PICP, PIIINP, CPII)..... | 29 |
| 2.4.2 Enzyme (sALP, TRAP)..... | 31 |
| 2.4.3 Nicht-kollagene Matrixkomponenten (Osteocalcin, COMP)..... | 33 |
| 2.4.4 Messmethoden der Serumparameter..... | 36 |
| 2.4.5 Einflussfaktoren auf die Serumparameter..... | 38 |
| 3 MATERIAL UND METHODE..... | 40 |
| 3.1 Tiere und Tierhaltung..... | 40 |
| 3.2 Gruppeneinteilung der Tiere | 40 |
| 3.3 Fixateur externe..... | 41 |
| 3.4 Operation..... | 43 |
| 3.5 Postoperative Nachversorgung..... | 46 |
| 3.5.1 Pinpflege..... | 46 |
| 3.5.2 Röntgen | 46 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 3.6 | Blutentnahme und -verarbeitung..... | 46 |
| 3.7 | Entnahme der Knochenpräparate | 47 |
| 3.8 | Aufarbeitung der Proben..... | 48 |
| 3.8.1 | HE-Färbung | 50 |
| 3.8.2 | Immunhistologie | 51 |
| 3.8.3 | Histochemie..... | 54 |
| 3.9 | Messung der Serumparameter | 55 |
| 3.10 | Messung des Kollagenanteils im Kallus | 56 |
| 3.10.1 | Deskriptive Histologie | 56 |
| 3.10.2 | Computergestützte Bildanalyse | 57 |
| 3.11 | Auswertung der Osteoklasten..... | 60 |
| 3.12 | Statistische Auswertung | 60 |
| 4 | ERGEBNISSE | 63 |
| 4.1 | Serumparameter | 64 |
| 4.1.1 | Kollagenfragmente..... | 68 |
| 4.1.2 | Enzyme | 74 |
| 4.1.3 | Nicht-kollagene Matrixkomponenten | 78 |
| 4.2 | Histologie | 82 |
| 4.2.1 | Deskriptive Histologie | 82 |
| 4.2.2 | Kollagen I, II, III | 85 |
| 4.2.3 | Osteoklasten | 91 |
| 5 | DISKUSSION..... | 99 |
| 5.1 | Tiermodell..... | 99 |
| 5.2 | Methoden..... | 101 |
| 5.2.1 | Blutentnahme | 101 |
| 5.2.2 | Auswertung der Serumparameter | 102 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 5.2.3 | Histologische Aufarbeitung | 102 |
| 5.2.4 | Computergestützte Bildanalyse | 102 |
| 5.2.5 | Osteoklastenzählung | 103 |
| 5.3 | Ergebnisse..... | 103 |
| 5.3.1 | Serumparameter und Histologie | 105 |
| 5.3.2 | Knorpelparameter und Histologie | 107 |
| 5.3.3 | Juvenile Serumparameter..... | 109 |
| 5.3.4 | Klinischer Nutzen der Serumparameter | 109 |
| 6 | ZUSAMMENFASSUNG..... | 112 |
| 7 | SUMMARY | 114 |
| 8 | VERZEICHNISSE..... | 116 |
| 8.1 | Literaturzitate..... | 116 |
| 8.2 | Tabellen | 131 |
| 8.3 | Abbildungen | 133 |
| 9 | ANHANG..... | 136 |
| 9.1 | Calcium und Phosphor Werte | 136 |
| 10 | PUBLIKATIONSVERZEICHNIS | 137 |
| 11 | DANKSAGUNG | 138 |
| 12 | UNABHÄNGIGKEITSERKLÄRUNG..... | 139 |