

# Metacarpale Exostosen als Lahmheitsursache des Pferdes und eine Möglichkeit ihrer operativen Behandlung

Cornelia Keune<sup>1</sup>, G. Grenz<sup>1</sup> und H. Keller<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tierärztliche Klinik für Pferde Wiesenhof, Idstein-Niederrod

<sup>2</sup> Klinik für Pferde der FU Berlin

## Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beinhaltet die Vorstellung und Beschreibung der von Grenz entwickelten Methode zur operativen Therapie von metacarpalen Exostosen und die Überprüfung des Erfolges dieser Behandlungsmethode. Das Prinzip der vorgestellten operativen Behandlungsmethode besteht aus der Entfernung des N. metacarpeus palmaris lateralis bzw. medialis. Ergänzend dazu werden je nach Situation die Exostose und das distale frakturierte Ende des Griffelbeins exstirpiert. Außerdem können bindegewebige Verwachsungen zwischen dem M. interosseus medius, dem Röhrlbein und dem Griffelbein gelöst werden. Das Ergebnis wurde an Hand von 171 Patienten ermittelt, die in einem Zeitraum von 3 1/2 Jahren nach o. g. Methode operiert wurden. Als Kriterium dient die postoperative Lahmheitsfreiheit der Patienten 6 und 12 Monate nach der Operation. 6 Monate nach der Operation waren 76 % der Pferde lahmfrei, 5 % gebessert, 4 % unverändert, 1 % getötet und für 14 % konnte kein Ergebnis ermittelt werden. Nach 12 Monaten waren 78 % lahmfrei, 4 % gebessert, 3 % unverändert, 1 % getötet und 14 % ohne Ergebnis. Weiterhin wird das Ergebnis der stichprobenartig durchgeführten histologischen Untersuchung der entnommenen Nerven dargelegt. Dabei wurden degenerative Veränderungen der Nerven unterschiedlichen Ausmaßes festgestellt. Diskutiert werden mögliche Gründe für das Entstehen einer Lahmheit auf Grund einer metacarpalen Exostose und die Wirkungsweise der durchgeführten Operation im Zusammenhang mit der Neurektomie des N. metacarpeus palmaris lateralis bzw. medialis.

**Schlüsselwörter:** Pferd, Metacarpus, Metacarpale Exostose, N. metacarpeus palmaris, Neurektomie

## Metacarpal exostoses as a cause of lameness in the horse and a possible way of surgery

The present work covers the presentation and description of a method developed by Grenz for a surgical therapy of metacarpal exostoses. Further it covers an examination of the success of this method. The principle of the surgical method is the elimination of the lateral and medial palmar metacarpal nerves. Additionally, depending on the case, one extirpates the exostosis and the distal fractured end of the splint bone. Furthermore, one may separate the fibrous adhesion of the interosseus medius muscle, the third metacarpal bone and the splint bone. The result was determined by 171 patients which were treated according to the above mentioned method over a period of 3 1/2 years. The important criterium is being free of lameness after the operation, 6 and 12 months after the operation. 6 months after the operation 76 % of the patients were lameness free, 5 % improved, 4 % unchanged, 1 % killed and for 14 % no result was determined. After 12 months 78 % were lameness free, 4 % improved, 3 % unchanged, 1 % killed and 14 % without result. Furthermore, one finds the result of the histological examination by random sample of the taken nerves. Here one finds degenerative changes of the nerves to different degrees. The work discusses possible reasons for the formation of lameness due to metacarpal exostosis and the effect of the operation in connection with the neurectomy of the lateral and medial palmar metacarpal nerves.

**keywords:** horse, metacarpus, metacarpal exostosis, palmar metacarpal nerve, neurectomy

## Einleitung

Metacarpale Exostosen oder Überbeine kommen im proximalen Drittel des Metacarpus bei etwa 75 % aller erwachsenen Pferde auf Grund von inneren Ursachen und traumatischen Einwirkungen vor (Müller, Silbersiepe und Berge 1986). Nicht jedes Überbein führt zu einer Lahmheit des betroffenen Pferdes, sondern das Auftreten einer Lahmheit ist abhängig von dem Sitz und von der Ursache der Exostose. Die Indikation zur Therapie eines Überbeins ist beim Auftreten einer Lahmheit gegeben, wobei im chronischen Stadium sowohl konservative als auch operative Behandlungsmethoden angewendet werden. Die bisherigen chirurgischen Methoden bei traumatisch bedingten Überbeinen bestehen aus dem Entfernen der Exostose mit oder ohne Periostektomie. Im folgenden wird eine Operationsmethode beschrieben, die von Grenz entwickelt wurde und eine Erweiterung und Modifikation der traditionellen Eingriffe dar-

stellt. Außerdem werden die entsprechenden anatomischen Verhältnisse aufgezeigt und die Ergebnisse der Operation dargelegt.

## Anatomie

Beim Pferd ist nur das Os metacarpale tertium (Mc 3), der Hauptmittelfußknochen, körperrgewichtstragend und voll ausgebildet. Mc2 und Mc4 sind zu griffelförmigen Stäbchen, den sogenannten Griffelbeinen, zurückgebildet und liegen als Nebenmittelfußknochen dem Hauptknochen latero- und mediopalmar an. Die Griffelbeine reichen – ungleich lang – etwa bis zum distalen Mittelfußdrittel. Mc2 liegt medial, Mc4 lateral. Ihre verdickte Basis wird in der Praxis als Köpfchen bezeichnet, das

lange dreikantige Corpus verjüngt sich zehenwärts und an seinem Distalende befindet sich der verdickte Kopf (Caput), welcher im klinischen Sprachgebrauch Griffelbeinköpfchen genannt wird. Die proximale Gelenkfläche der medialen Griffelbeinbasis stützt das Os carpal 2 (C2), die der lateralen das C4. Dorsal sind beide mit dem Mc3 gelenkig verbunden. Das Caput ist mit Mc3 bindegewebig gelenkig verbunden. (Budras und Röck 1994, Nickel et al. 1992) Laut Stashak (1989) artikuliert das Mc2 mit dem C2 und dem C3.

Zwischen den Griffelbeinen und dem Os metacarpale tertium besteht nur eine geringe Bewegungsmöglichkeit, was bedingt ist durch die Beschaffenheit der Bandmassen, die die Metacarpalknochen miteinander verbinden, den Ligamenta metacarpea interossea (Mittelfußknochenzwischenbänder). Sie verknöchern mit zunehmendem Alter, im mittleren Drittel der Griffelbeine beginnend. An den Griffelbeinen setzen sie an der rauhen Seite des dreiseitigen Schaftes an und reichen bis etwa zur Hälfte des Knochens, der distale Anteil ist frei. (Nickel et al. 1992; Stashak 1989)

Der Musculus interosseus medius sowie die rudimentären Musculi interossei medialis und lateralis liegen in einer Rinne, die vom Mc3 und von den Axialflächen der Ossa metacarpalia II und IV gebildet wird. Der Ursprung des M. interosseus medius liegt hauptsächlich im Lig. carpi radiatum, aber auch proximal am Mc3. Im distalen Drittel des Mittelfußes spaltet sich die Bandplatte in zwei divergierende deutliche Schenkel, von denen jeder an der abaxialen Fläche des gleichseitigen Gleichbeins inseriert und einen schräg hufwärts und dorsal gerichteten Unterstützungspunkt an die gemeinsame Strecksehne abgibt. Die axiale Seite des lateralen und des medialen Griffelbeinköpfchens bilden jeweils den Ursprung für die Mm. interossei lateralis und medialis. Sie sind kleine Muskelstränge, deren Sehne den Griffelbeinen anliegt und bis zu deren Knöpfchen verläuft, um in das Sporn-Griffelbeinband auszustrahlen. (Nickel et al. 1992; Stashak 1989)

Die Gefäße an der Palmarseite des Metacarpus lassen sich in ein tiefes und in ein oberflächliches System einteilen. Die tiefen Gefäße gehen sowohl im arteriellen als auch im venösen Schenkel aus dem Arcus palmaris profundus hervor. Aus jedem Arcus gehen die Aa. bzw. Vv. metacarpeae palmares II und III hervor. Die Aa. metacarpeae palmares II und III verlaufen jeweils innen in der Rinne zwischen dem Röhrbein und dem lateralen bzw. medialen Griffelbein, parallel zu den Nn. metacarpei palmares lat. und med. distal und vereinigen sich proximal vom Fesselgelenk, um gemeinsam in die laterale Zehenarterie einzumünden. Von den Vv. metacarpeae palmares ist die Dritte meist rudimentär und die Zweite verläuft lateral der entsprechenden Arterie fast median am Metacarpus.

Für die nervale Versorgung im Bereich der Griffelbeine ist der N. ulnaris verantwortlich. Oberhalb des Carpus teilt sich der N. ulnaris in den Ramus dorsalis und den Ramus palmaris. Letzterer vereinigt sich proximal am Carpus mit dem N. palmaris lateralis des N. medianus, um gemeinsam lateral über die Beugefläche des Karpalgelenks zu

laufen. Proximal am Metacarpus trennt sich der N. ulnaris zum Teil wieder vom N. palmaris lateralis des N. medianus und bildet den Ramus profundus des Ramus palmaris des N. ulnaris. Dieser tiefe Ast gibt zwischen den beiden Griffelbeinköpfchen mehrere Zweige an den M. interosseus medius ab, perforiert diesen und teilt sich dann in die zarten Nn. metacarpei palmares lat. (II) und med. (III). Sie verlaufen jeweils axial der Griffelbeine in der Rinne zwischen dem Os metacarpale II bzw. IV und dem Os metacarpale III distal bis zu den Griffelbeinköpfchen. Entlang dieses Verlaufs innervieren sie das Periost der Griffelbeine und des Röhrbeins, die Ligg. metacarpea interossea, die Musculi interossei lateralis und medialis und den M. interosseus medius. Unter den Griffelbeinköpfchen treten die beiden Nerven an die Oberfläche. Hier dehnen sie sich in unterschiedlicher Weise in der Haut aus. Die Endfasern des N. metacarpeus palmaris lateralis reichen dorsal bis zum Fesselgelenk, während sich die Fasern des N. metacarpeus palmaris medialis bis zur Hufkrone verfolgen lassen. (De Lahunta and Habel 1986, Nickel et al. 1984, Stashak 1989, Pohlmeier 1989)

## Literatur

Der Terminus „Überbein“ wird von verschiedenen Autoren unterschiedlich definiert, wobei in der deutschen Literatur andere Definitionen gelten als im englischen Sprachraum. Wintzer (1982) und Müller, Silbersiepe und Berge (1986) benennen die Überbeine oder Supraossa nach ihrem Sitz. Sie unterscheiden zwischen seitlichen oder intermetacarpalen, hinteren oder postmetacarpalen und tiefen metacarpalen Überbeinen. Diese drei Formen der Überbeine sind spontane Überbeine auf Grund von inneren Ursachen. Dem gegenüber stehen die traumatisch bedingten Überbeine, die an jeder beliebigen Stelle des Knochens auftreten können. Die intermetacarpalen Überbeine befinden sich an der Innenfläche im proximalen Drittel zwischen dem Metacarpus und dem medialen Griffelbein und bilden bohnen- bis walnußgroße, längliche Exostosen, während die postmetacarpalen Überbeine auf der hinteren Kante des Griffelbeins 4–12 cm distal des Karpalgelenks sitzen und die tiefen metacarpalen Überbeine an der Palmarfläche des Metacarpus unmittelbar unter der Anheftungsstelle des Fesselträgers liegen. Adams (1974), Ordridge (1984) und Rooney und Prickett (1966) bezeichnen jede Art von Knochenneubildung zwischen dem Röhrbein und einem Griffelbein, unabhängig von der Ursache, als Überbein. Barber et al. (1987) ziehen die Bezeichnung metacarpale/metatarsale Exostose dem Begriff Überbein vor. Goble (1982) prägte die Begriffe „true splint“ und „blind splint“. Ersteres bedeutet eine Umfangsvermehrung ca. 6–7 cm distal des Carpus im Bereich der Verbindung zwischen medialem Griffelbein und Röhrbein, die aufgrund einer Zerrung oder Ruptur des Mittelfußknochenzwischenbandes entstanden ist. „Blind splint“ ist ein nicht sichtbarer, entzündlicher Prozeß des Mittelfußknochenzwischenbandes, der zu einer Um-

fangsvermehrung zwischen dem Griffelbein und dem M. interosseus medius führt.

Die Entstehung eines Überbeins kann entweder vom Mittelfußknochenzwischenband, vom Periost oder von beiden ausgehen. Ursache einer periostalen Knochenneubildung ist eine Periostitis, die in eine proliferative Periostitis bzw. Osteoperiostitis übergeht und mit dem Vorhandensein einer Exostose endet (Adams 1974). Dieser Prozeß wird durch traumatische Einwirkung auf den Knochen und die tiefe Schicht des Periosts ausgelöst. Es handelt sich um eine produktive Entzündung, ausgehend von der Kambiumschicht des Periosts, die mit der Ossifikation des neugebildeten Materials endet. Die Größe der Knochenneubildung hängt von dem Ausmaß der traumatisierten Fläche und von der Dauer der Entzündung ab, während die Form der Exostose meist länglich und parallel zu dem betroffenen Griffelbein ist (Rooney und Prickert 1966, Adams 1974). Am medialen Griffelbein oder Röhrlbein kommt eine traumatische Einwirkung durch die gegenüberliegende Schultergliedmaße, das sogenannte Streichen, häufig vor. Pferde mit einer bodengeneng und zehenweiten Stellung sind dafür prädisponiert. Durch Anschlagen, z. B. in der Box, kann das laterale Griffelbein betroffen sein (Adams 1974, Barber et al. 1987, Rooney und Prickert 1966, Wyn-Jones 1988). Wyn-Jones (1988) sieht als weitere Ursache für eine Irritation des Periosts eine übermäßige Belastung der Insertionsstelle des Mittelfußknochenzwischenbandes am medialen Griffelbein und dem Röhrlbein. Müller, Silbersiepe und Berge (1986) ordnen die Entstehung der hinteren oder postmetacarpalen Überbeine dem Periost zu. Sie sind das Produkt eines chronischen Entzündungsprozesses am Periost. Dieser wird durch den Zug der Sehnen und Bänder, die an der hinteren Kante des Griffelbeins inserieren, in Verbindung mit dem Zug des Fesselträgers hervorgerufen.

Metacarpale Exostosen, die vom Mittelfußknochenzwischenband (Lig. metacarpeum interosseum) ausgehen, werden durch Zerrung oder Zerreißen dieses Bandes ausgelöst (Adams 1974, Ordridge 1984, Rooney und Prickert 1966, Müller, Silbersiepe und Berge 1986). Aufgrund der Gelenkbeteiligung der Griffelbeine am Karpalgelenk werden sie bei Belastung des Gelenks mitbewegt und somit das Mittelfußknochenzwischenband gedehnt. Müller, Silbersiepe und Berge (1986) beschreiben verschiedene statische Kräfte, die auf das Mittelfußknochenzwischenband einwirken und die zur Entstehung von intermetacarpalen Überbeinen führen. Sie unterscheiden zwischen Druck von proximal nach distal und Zug von distal nach proximal. Bei dem Druck von proximal nach distal spielt die Gelenkzusammensetzung eine entscheidende Rolle. Das Os carpale secundum ruht ausschließlich auf dem Kopf des medialen Griffelbeins, welches so den Belastungsdruck von proximal nach distal allein trägt. Während das lateral gelegene Os carpale quartum auf dem Kopf des lateralen Griffelbeins und auf dem Metacarpus liegt, so daß sich hier der Belastungsdruck gleichmäßig auf beide Knochen verteilt. Der Druck auf das mediale Griffelbein ist besonders stark bei unglei-

cher, einseitiger Belastung infolge von zehenweiter Stellung, kurzen inneren Trachten und fehlerhaftem Beschlag (zu eng gerichteter innerer Hufeisenschenkel) und bei Fehlritten. Bei äußerster Streckung der Gliedmaße übt die Unterarmfaszie bzw. die Karpalfaszie Zugkraft nach proximal auf die Griffelbeine aus, bei zehenweiter Stellung besonders auf das mediale Griffelbein. Die Folge der beschriebenen Druck- und Zugkräfte ist eine fortgesetzte Zerrung und Reizung des medialen Lig. metacarpeum interosseum, was zu einer chronischen Entzündung, insbesondere an der Verbindungsstelle des Bandes mit dem Periost der Metacarpalknochen, führt. Es entsteht eine Osteoperiostitis ossificans mit Verknöcherung des Bandes und als Produkt das intermetacarpale Überbein.

## Material und Methode

### Patientenmaterial

Als Material dienen Patienten der tierärztlichen Klinik für Pferde, Wiesenhof in Idstein-Niederrod, bei denen in der Zeit zwischen dem 01.07.89 und dem 31.12.92 metacarpale Exostosen als Lahmheitsursache diagnostiziert wurden und die nach der unten genannten Methode operiert worden sind. Die Anzahl dieser Patienten betrug 171. Es handelte sich dabei um 130 Wallache, 6 Hengste und 35 Stuten. Die häufigste Rasse war Deutsches Warmblut mit einer Anzahl von 166 Pferden, weiterhin handelte es sich um 3 Vollblüter und 2 Ponys. Das Alter der behandelten Tiere lag zwischen 3 und 19 Jahren. Das Durchschnittsalter betrug 9,3 Jahre. Die größte Anzahl der Pferde wurde zu Turnierzwecken jeder Disziplin und Kategorie genutzt, wobei die Dressurpferde den größten Anteil hatten. Aber auch Freizeitpferde gehörten zu den Patienten.

### Klinische Diagnostik

Der Vorbericht ergibt eine plötzlich oder schleichend aufgetretene Lahmheit von unterschiedlicher Dauer. Außerdem wird häufig berichtet, daß die Lahmheit beim Reiten oder Longieren auf der Hand des betroffenen Beins stärker ist als auf der anderen Hand. Nach einer längeren Ruhephase kann sich die Lahmheit verringern, tritt aber nach Belastung erneut auf.

Das Vorführen des Pferdes im Schritt ergibt keine oder eine geringgradige Lahmheit. Im Trab auf hartem Boden ist eine konstante gering- bis mittelgradige Stützbeinlahmheit an einem oder an beiden Vorderbeinen zu beobachten. In tiefem Boden verstärkt sich die Lahmheit und es kann Wendeschmerz beobachtet werden.

Die adspektorische Untersuchung der Metacarpalregion ist oft unauffällig, vereinzelt ist eine Exostose sichtbar. Die gründliche palpatorische Untersuchung von Röhrlbein, dem lateralen und dem medialen Griffelbein und dem M. interosseus medius wird am belasteten und am angehobenen Bein durchgeführt. Bei der Palpation ist auf Umfangsvermehrungen, Rauigkeiten, knöcherne Erhebungen, Schmerzhaftigkeit und Wärme zu achten. Am belasteten Bein wird zunächst die Kontur des Röhrlbeins ab-

getastet. Dann wird die abaxiale Kontur des lateralen und des medialen Griffelbeins verfolgt. Es werden sichtbare Exostosen an den Knochenstrukturen auf ihre Form und Größe untersucht oder sehr kleine, nicht sichtbare Exostosen palpirt. Der M. interosseus medius wird ebenfalls lateral und medial abgefühlt. Hier ist zusätzlich zu beachten, ob sich der M. interosseus medius isoliert vom umgebenden Bindegewebe darstellt. Am angehobenen Bein steht die palpatorische Untersuchung des Bereichs axial der Griffelbeine zwischen dem M. interosseus medius, dem Röhrbein und dem jeweiligen Griffelbein an erster Stelle, da dieser Bereich der Adspektion nicht zugänglich ist. Diese Untersuchung läßt sich am besten durchführen, indem man mit dem Daumen zwischen dem Griffelbein und dem M. interosseus medius nach axial tastet. Auf diese Weise ist eine Untersuchung der Palmarfläche des Röhrbeins entlang des Griffelbeins möglich. Die zweite Hand fixiert dabei das Bein in gebeugter Haltung. In dem Bereich der hinteren Kante des Griffelbeins befinden sich in den meisten Fällen flächige oder begrenzte Exostosen, die in der Regel mit Wärme und Schmerzhaftigkeit einhergehen. Sie sind häufiger am medialen Griffelbein ca. 2–12 cm distal des Karpalgelenkes zu finden. Durch vermehrten Druck mit dem Daumen auf dieses Gebiet kann der Schmerz ausgelöst werden, wobei bei der Interpretation Nervenreaktionen des R. communicans beachtet werden müssen. Der M. interosseus medius wird am angehobenen Bein ebenfalls untersucht. Dabei können Verwachsungen bzw. Verklebungen zwischen ihm und der Knochenwucherung festgestellt werden. Außerdem ist auf Schädigungen des Muskels in Form von Umfangsvermehrung, Verhärtung und Schmerzhaftigkeit zu achten, da diese Veränderungen die prognostische Aussage beeinflussen können.

Zur Absicherung, daß die erhobenen Befunde mit der Lahmheitsursache übereinstimmen, werden Leitungsnäthesien durchgeführt. Wie üblich, wird von distal nach proximal vorgegangen. Die Anästhesie der Nn. digitales palmares lat. und med. auf halber Höhe der Fessel (tiefe Palmarnerven-anästhesie II) fällt negativ aus. Auch die Anästhesie der Nn. palmares lat. und med. ca. 2 cm oberhalb des Fesselgelenkspalts direkt am proximalen Rand der Gleichbeine (mittlere Palmarnerven-anästhesie) fällt negativ aus. Die tiefe Anästhesie der Nervi palmares und der Nervi metacarpei palmares auf Höhe des medialen und lateralen Griffelbeinknöpfchens zur Ausschaltung der tiefen Strukturen des Fesselkopfes verläuft ebenfalls in der Regel negativ. Wenn die Exostose weit distal liegt und das Anästhetikum nach proximal diffundiert, kann diese Anästhesie vereinzelt positiv ausfallen. Die Anästhesie des N. metacarpeus palmaris lat. bzw. med. ca. 2 cm distal des Griffelbeinköpfchens führt zu einer Lahmheitsfreiheit. Dazu werden am angehobenen Bein an der entsprechenden Stelle 3 ml Lokalanästhetikum mit einer 0,5 mm starken Kanüle injiziert. Der Einstich erfolgt etwa handbreit distal des Karpalgelenks zwischen dem palmaren Griffelbeinrand und dem vorderen Interosseuskörpertrand. Die Kanüle wird dann ca. 1 cm tief subfaszial

in die Rinne zwischen dem jeweiligen Griffelbein und dem Röhrbein vorgeschoben und das Anästhetikum hier injiziert. Dabei ist streng darauf zu achten, daß der M. interosseus medius nicht verletzt wird oder gar in ihn injiziert wird. Nicht in allen Fällen kann nach dieser Injektion eine absolute Lahmheitsfreiheit erreicht werden, sondern es kann eine Restlahmheit bestehen bleiben. Diese erklärt sich daraus, daß bei o. g. Injektionstechnik zur Anästhesie der Nn. metacarpei palmares, diese nicht immer vollständig erreicht werden, da möglicherweise die Menge des Anästhetikums nicht ausreicht oder der Innervationsverlauf nicht so exakt ist, wie erwartet.

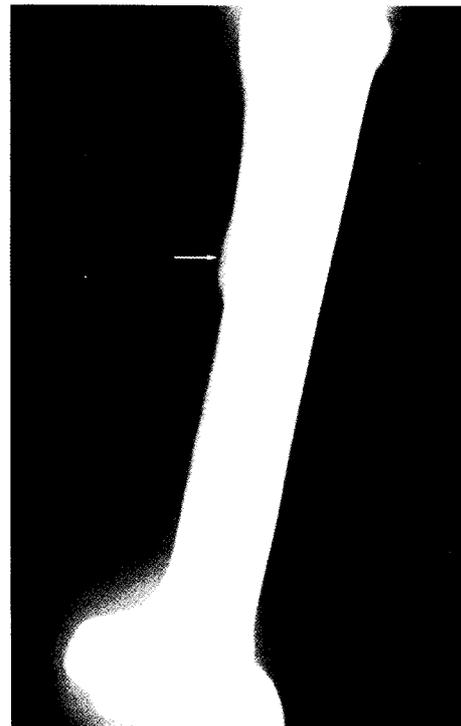
#### Radiologische Diagnostik

Die röntgenologische Untersuchung der Metakarpalregion der erkrankten Gliedmaße besteht aus 3 Aufnahmen:

- a) dorso-palmarare Projektion (0°)
- b) dorsomedial-palmarolaterale Tangentialprojektion (10°) zur Darstellung des medialen Griffelbeins
- c) dorsolateral-palmaromediale Tangentialprojektion (10°) zur Darstellung des lateralen Griffelbeins

Folgende Veränderungen stellen einen positiven Röntgenbefund dar:

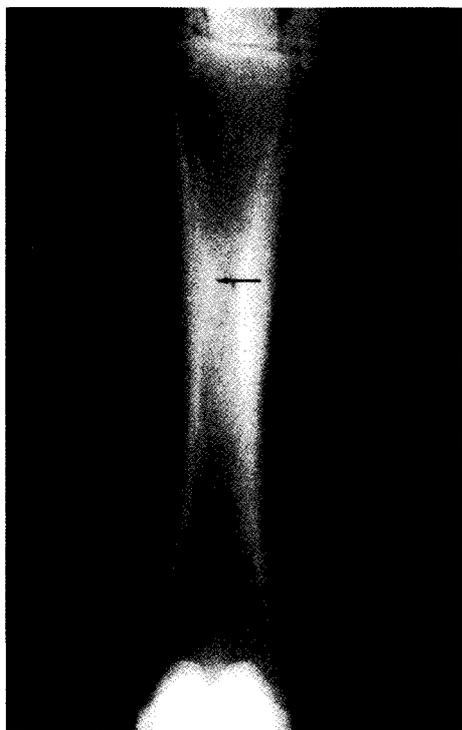
1. Seitliches oder intermetacarpales Überbein (Abb. 1)
2. Hinteres oder postmetacarpales Überbein (Tangentialprojektion)



**Abb. 1:** Seitliches oder intermetacarpales Überbein.  
True splint.

3. Hinteres oder postmetacarpales Überbein (dorso-palmarare Projektion) (Abb. 2)
4. Abknickung des Griffelbeins nach Fraktur oder Fissur
5. Fraktur des Griffelbeins mit oder ohne Kallusbildung

Die Röntgenbefunde können isoliert aber auch kombiniert auftreten. Die Stärke der Veränderungen variiert von gering- bis zu hochgradig. Häufig ist um eine Exostose ein Weichteilschatten, d. h. eine Verdichtung des Gewebes, zu sehen.



**Abb. 2:** Hinteres oder postmetacarpales Überbein (dorso-palmarer Projektion).  
Blind spint. (dorso-palmar projection)

#### Prinzip der operativen Behandlungsmethode

Die Entwicklung der Behandlungsmethode beruht auf folgenden Fakten: Das Auftreten einer Lahmheit beim Pferd ist durch Schmerzen bedingt. Schmerzen können auch durch die Irritation eines Nerven entstehen (Keller 1976). Der N. metacarpeus palmaris lat. oder med. ist in die auftretende Exostose involviert. Eine Leitungsanästhesie des Nerven führt zur Lahmheitsfreiheit.

Die Operation besteht demnach aus der Entfernung des N. metacarpeus palmaris lat. bzw. medialis. Ergänzend dazu werden je nach Situation die Exostose und evtl. das distale frakturierte Ende des Griffelbeins entfernt. Außerdem können bindegewebige Verwachsungen zwischen dem M. interosseus medius, dem Röhrlbein und dem Griffelbein gelöst werden. Dies bewirkt eine freie Beweglichkeit des Muskels und beugt einer weiteren Schädigung vor.

Der operative Eingriff wird nicht im akuten Stadium der Exostosenbildung durchgeführt sondern erst, wenn die primären Entzündungssymptome abgeklungen sind, da sonst ein erhöhtes Risiko für postoperative Reaktionen besteht. Nötigenfalls wird vor dem operativen Eingriff eine konservative Behandlung mit Ruhigstellung, Kühlung und dicken Watteverbänden durchgeführt.

#### Durchführung der Operation

Unter Intubationsnarkose wird das Pferd zunächst in Rückenlage gebracht und ein Esmarch-Stauschlauch am Unterarm der zu operierenden Extremität angebracht. Nun wird das Pferd in Seitenlage fixiert und der chirurgische Bereich rasiert, gereinigt und desinfiziert. Das Operationsfeld wird mit einem sterilen Einmal-Operationstuch abgedeckt. Der Hautschnitt erfolgt parallel zum M. interosseus medius entlang des palmaren Randes des Griffelbeins und reicht etwa vom Griffelbeinköpfchen bis 2 cm distal des Griffelbeinköpfchens. Die Länge des Hautschnitts ist abhängig vom Sitz der Exostose. Haut und Unterhaut werden nach dorsal und palmar ca. 2–3 cm breit freipräpariert und durch Einsetzen zweier Wundspreizer auseinandergehalten. Auf diese Weise ist eine gute Übersicht im Operationsgebiet gewährleistet und es wird durch die Spannung der Wundspreizer eine zusätzliche Blutleere erreicht. Stärkere Haut- oder Unterhautgefäße, die zu Blutungen im Operationsgebiet führen könnten, werden ligiert. Auffällig ist im Bereich der Exostose und in ihrer Umgebung die starke Gefäßinjektion als Zeichen einer vorhandenen Entzündung.

Der nächste Operationsschritt besteht im Aufsuchen des N. metacarpeus palmaris medialis bzw. lateralis (Abb. 3).



**Abb. 3:** Freipräparierter N. metacarpeus palmaris medialis  
The prepared medial palmar metacarpal nerve.

Da er sich in der Rinne zwischen dem M. interosseus medius, dem Griffelbein und dem Röhrlbein befindet, wird zunächst die Faszie mit dem Skalpell durchtrennt, die diese Rinne im proximalen Drittel bedeckt. Nun wird das Bindegewebe, welches starke Verklebungen aufweisen kann, zwischen dem M. interosseus medius und dem Griffelbein, distal des Griffelbeinköpfchens beginnend, von außen nach innen durchtrennt. Aufgrund der Verklebungen ist es nicht immer möglich, das Periost an der Palmarfläche des Griffelbeins zu schonen. Der in o. g.

Rinne verlaufende M. interosseus medius lat. bzw. med. dient als Orientierung zum Auffinden des Nerven. Etwa 0,5 cm axial dieses einem Sehnenstrang ähnlichen Muskels können der N. metacarpeus palmaris med. bzw. lat. und die A. metacarpea II bzw. III in o. g. Rinne identifiziert werden, wobei die Arterie zur Orientierung beim Auffinden des Nerven dient. Arterie und Nerv verlaufen sehr eng nebeneinander. Eine Verwechslung der beiden Strukturen ist leicht möglich, deshalb muß die Zuordnung sorgfältig erfolgen. Die Arterie hat eine Stärke von ca. 1,0 mm, der Nerv dagegen ist mit einer Stärke von 0,5 mm bis zu 1,0 mm wesentlich feiner bzw. dünner. Er liegt meist axial der Arterie, er kann aber auch abaxial von dieser verlaufen. Die V. metacarpea II liegt weiter median an der Palmarfläche des Röhrbeins. Der Nerv wird in seinem Verlauf von distal des Griffelbeinköpfchens bis zu der Stelle, an der er in oder unter der Exostose oder unter dem Griffelbeinknöpfchen verschwindet, auf einer Länge von mindestens 10 cm entfernt. Dazu wird er proximal durchtrennt und dann vorsichtig nach distal herausgezogen, nötigenfalls herauspräpariert.

Im folgenden Operationsabschnitt werden eventuell vorhandene Verwachsungen zwischen M. interosseus, Röhrbein und Griffelbein gelöst und danach sämtliche Exostosen reseziert. Dazu wird mit dem Raspatorium das noch vorhandene Bindegewebe zwischen dem M. interosseus medius und dem Röhrbein stumpf durchtrennt, so daß die Palmarfläche des Röhrbeins teilweise freiliegt. Bindegewebsanteile, die dem M. interosseus nicht eng anliegen, werden abpräpariert und entfernt. Die Bindegewebsproliferation und die o. g. Verwachsungen sind auf die chronische Entzündung im Bereich der Exostose zurückzuführen. Mit Hammer und Meißel werden Exostosen, die die physiologische Kontur des Griffelbeins überragen, so entfernt, daß eine leicht konkave Fläche in diesem Bereich des Griffelbeins entsteht. Die Handhabung von Hammer und Meißel ist behutsam nur durch leichte Schläge mit dem Hammer durchzuführen, um unnötige Irritationen zu vermeiden, die dazu führen können, daß von der Schnittfläche ausstrahlend „Mikrofissuren“ entstehen. Diese können dann Ausgangspunkt für erneute Kallusbildung sein. Wichtig ist nun auch das Abtragen der Knochenwucherungen, die sich auf der Palmarseite des Röhrbeins befinden. Sie werden mit dem Meißel gelöst und die Palmarfläche des Röhrbeins mit dem Meißel so modelliert, daß sie eine glatte Gleitfläche für den M. interosseus medius darstellt und, daß eine feste Verbindung zwischen intaktem Periost und Knochen besteht. Das Periost der zu entfernenden Knochenteile wird mitreseziert.

In manchen Fällen kann eine Abweichung von der Reihenfolge der Operationsschritte erforderlich sein. Wenn eine sehr starke Exostosenbildung das Auffinden des Nerven erschwert, wird zunächst die Exostose entfernt und dann der Nerv aufgesucht.

Sofern erforderlich, wird ein frakturiertes Griffelbeinstück reseziert. Hierzu wird ca. 1 cm proximal der Frakturstelle eine schräg verlaufende Abtragung mit einem glatten

**Tab. 1:** Anzahl der durchgeführten Operationen

Number of performed operations.

Operation	Anzahl (n=171)
rechts medial und links medial	60
rechts medial	52
links medial	32
rechts lateral	5
links lateral	2
rechts medial und rechts lateral	7
links medial und links lateral	6
rechts medial und links medial und links lateral	2
rechts medial und links lateral	1
rechts medial und rechts lateral und links medial	2
rechts medial und rechts lateral und links lateral	1
rechts medial und rechts lateral und links lateral und links medial	1

Übergang zum Röhrbein vorgenommen. Die Schräge wird so kurz wie möglich gehalten, um die Ausgangsfläche für periostale Reaktionen zu reduzieren. Mit dem scharfen Löffel wird die Operationsfläche geglättet und von Knochensplittern befreit. Der Verschluss der Wunde erfolgt lediglich durch eine Hautnaht aus Knopfleiten mit einem monophilen synthetischen Faden (Ethicon® Polyamid 3-metric) im Abstand von 1 cm. In keinem Fall wird eine Periost- und Fasziennaht durchgeführt.

Die Wundnaht wird mit Sprayverband und Antibiotikapuder und einer Lage Mull abgedeckt. Zur Polsterung und Absaugung von Wundsekret werden zwei saugfähige Polsterunterlagen auf die Wunde gelegt und darüber ein gut sitzender Polsterverband angebracht, der in der Regel 14 Tage bestehen bleibt. Das Pferd wird mehrere Tage antibiotisch abgesichert und mit Tetanus-Toxoid versorgt.

Nach der Operation bekommt der Patient absolute Boxenruhe für 8 Wochen, wobei nach 14 Tagen der Verband gewechselt und die Fäden gezogen werden. Nach der Ruheperiode wird mit langsam steigendem Aufbau-training begonnen, welches sich über 6 Wochen erstrecken sollte.

## Ergebnisse

Die Verteilung der betroffenen Gliedmaßen auf das rechte und linke Vorderbein und die Verteilung der betroffenen Seite auf lateral und medial ergibt folgende Zahlen:

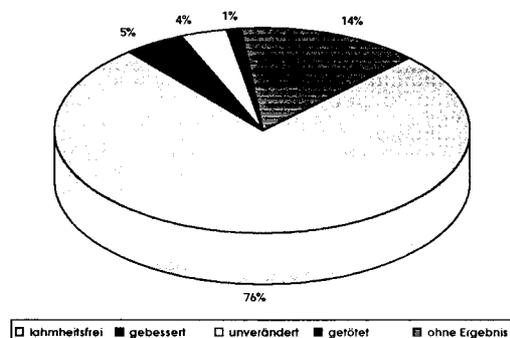
### *Ergebnisse der Verlaufsuntersuchungen*

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, die Erfolgsquote der oben beschriebenen Operation zu ermitteln. Als Kriterium dient die postoperative Lahmheitsfreiheit der behandelten Patienten 6 Monate bzw. 12 Monate nach der Operation.

Um die Ergebnisse zusammenzutragen, wurde eine mündliche oder schriftliche Befragung der Patientenbesitzer durchgeführt. Die mündliche Befragung betrifft die Patienten, die sich in dem Praxisgebiet befinden oder zu denen ein regelmäßiger Kontakt besteht. Dabei wurde in den meisten Fällen zusätzlich eine Beurteilung des Pfer-

**Tab. 2:** Ergebnisse 6 Monate nach der Operation  
Results 6 months after surgery.

Patienten	n=171	100,0 %
lahmheitsfrei	131	76,6 %
gebessert	8	4,7 %
unverändert	6	3,6 %
verschlechtert	0	0,0 %
getötet	2	1,2 %
ohne Ergebnis	24	14,2 %



des im Trab durchgeführt. Den Patientenbesitzern, deren Pferde sich außerhalb des Praxisgebietes befinden, wurde ein Fragebogen zugesandt. Darin war anzugeben, ob das Pferd 3, 6 und 12 Monate nach der Operation lahmheitsfrei, geringer lahm oder unverändert lahm ging und nach welchem Zeitraum das Pferd wieder seinen vorherigen Leistungsstand erreicht hatte.

Von den 171 behandelten Pferden konnte von 147 ein Ergebnis ermittelt werden. Sechs Monate nach der Operation gingen 131 Pferde lahmheitsfrei, 8 Pferde gingen geringer lahm als vor der Operation und 6 Pferde gingen unverändert lahm. 2 Pferde wurden wegen fortbestehender Lahmheit getötet. Von den 131 Pferden, die nach 6 Monaten keine Lahmheit mehr zeigten, gingen 129 auch nach 12 Monaten lahmheitsfrei. Während bei 2 Pferden eine geringe Lahmheit vorlag. Von den 8 Pferden, die nach 6 Monaten eine geringere Lahmheit zeigten, gingen nach 12 Monaten 3 Pferde lahmheitsfrei und 5 Pferde gingen gleichbleibend gering lahm. Die Pferde, die nach 6 Monaten unverändert lahm gingen, verbesserten ihre Lahmheit während der nächsten sechs Monate nicht, wobei eines dieser Pferde in dem Zeitraum getötet wurde. Nach 12 Monaten lautet das Ergebnis: 132 Pferde sind lahmheitsfrei, 7 Pferde gehen geringer lahm als vor

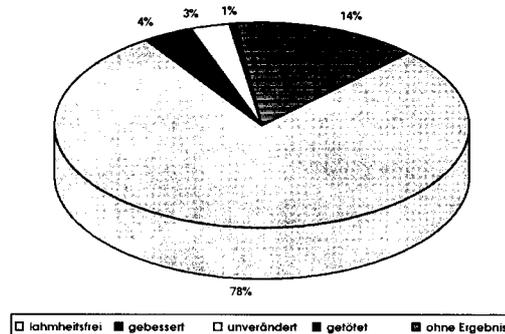
der Operation, 5 Pferde gehen unverändert lahm und 3 Pferde wurden getötet.

Eine erneute Untersuchung der Lahmheitsursache bei den Pferden, die nach der Operation nicht lahmheitsfrei waren, wurde nicht durchgeführt.

In Bezug auf die postoperative sportliche Einsatzfähigkeit der Patienten ist folgendes Ergebnis festzuhalten: Alle lahmheitsfreien Pferde konnten ca. 4–5 Monate nach der Operation ihren vorherigen Leistungsstand wieder erreichen und in manchen Fällen diesen, infolge von weiterer Ausbildung, noch übertreffen. Die gewohnten Turnierfolge bis hin zur höchsten Kategorie stellten sich wieder ein. (Tabelle 2, Tabelle 3)

**Tab. 3:** Ergebnisse 12 Monate nach der Operation  
Results 12 months after surgery.

Patienten	n=169	100,0 %
lahmheitsfrei	132	78,1%
gebessert	7	4,1%
unverändert	5	3,0 %
verschlechtert	0	0,0 %
getötet	1	0,6 %
ohne Ergebnis	24	14,2 %



*Ergebnisse der histologischen Untersuchungen*

Es wurden anhand des klinischen Vorberichts und des Grades der Lahmheit 16 Proben repräsentativ ausgewählt, um eine histologische Untersuchung des intraoperativ entnommenen Abschnitts des Nervus metacarpus palmaris lat. bzw. med. durchzuführen.

Bei den 16 untersuchten Proben handelte es sich um periphere Nerven. Die Präparate der Nerven unterschieden sich in der Anzahl der enthaltenen Faszikel (2–8, siehe Tabelle 4), sowie in der Dicke des sie umgebenden Perineuriums. Mit Ausnahme eines Falles wiesen alle Nerven qualitativ einheitliche jedoch graduell unterschiedliche degenerative Veränderungen auf. Aufgrund der lichtmikroskopischen Befunde handelt es sich um eine Degeneration vom Wallerschen Typ. In der Tabelle 4 sind histologische Befunde, der Röntgenbefund und der Heilungsverlauf von 13 Patienten gegenübergestellt.

**Tab. 4:** Histologische und klinische Befunde von 13 ausgewählten Patienten  
 Histological and clinical statements of 13 selected patients.

Patient	Histologische Untersuchung			Klinische Untersuchung	
	Anzahl Faszikel	veränderte Faszikel/ Anzahl Faszikel	Grad der Degeneration	Röntgenbefund	Heilung
a	7	7/7	+++	II + , III ++	positiv
b	6	4/6	+++	II ++ , III +	positiv
c	2	2/2	+++	I + , V	positiv
d	2	2/2	+++	I ++	positiv
e (rechts)	5	3/5	+++	I + , II +	positiv
e (links)	5	1/5	+++	I + , II +	positiv
f	4	0/4	-	I + , II +	positiv
g	7	5/7	+	I ++ , II +++	positiv
h (rechts)	7	4/7	+	II +++ , III +	positiv
h (links)	5	5/5	+++	II +++ , III + , IV	positiv
i	1	1/1	-/+	I ++	positiv
j	6	6/6	+	II + , III +	negativ
k (links)	8	7/8	+	II +++	positiv
k (rechts)	5	2/5	+	I + , II +++ , V	positiv
l	4	4/4	+++	I + , II +++ , III +	positiv
m	5	1/5	+	I ++ , II ++	negativ

Die Graduierung der degenerativen Veränderungen wurde wie folgt durchgeführt:

- keine Veränderungen nachweisbar
- + wenige Myelinovoide neben intakten Fasern
- ++ nur Myelinovoide und Phagozyten, keine intakten Fasern
- +++ einzelne Ovoide, daneben nur Bindegewebe- und Schwanzzellproliferationen

Die Röntgenbefunde sind folgendermaßen aufgeführt:

- + geringradiger Befund
- ++ mittelgradiger Befund
- +++ hochgradiger Befund
- I Seitliches oder intermetacarpales Überbein
- II Hinteres oder postmetacarpales Überbein (Tangentialprojektion)
- III Hinteres oder postmetacarpales Überbein (dorsopalmare Projektion)
- IV Abknickung des Griffelbeins nach Fraktur oder Fissur
- V Fraktur des Griffelbeins mit oder ohne Kallusbildung

Beurteilung des Heilungserfolgs: (Tabelle 4)

- Positiv Lahmheitsfreiheit nach 6 und nach 12 Monaten
- negativ geringe oder unveränderte Lahmheit nach 6 und nach 12 Monaten

## Diskussion

Übereinstimmend mit verschiedenen Autoren wird der beschriebene operative Eingriff nicht im akuten Stadium der Exostosenbildung durchgeführt. *Goble (1982), Ordridge (1984), Rooney (1979), Stashak (1989) und Wyn-Jones (1988)* schlagen für das akute Stadium verschiedene konservative Behandlungsschemata vor, die hauptsächlich aus Ruhe, Antiphlogistikagabe und Kälte-therapie bestehen. Die Fälle, die sofort nach dem plötzlichen Auftreten einer Lahmheit vorgestellt werden und bei denen eine starke Schmerzhaftigkeit, starke Wärme und eine hochakute Schwellung bestehen, werden ebenfalls bis zum Abklingen der akuten Entzündungssymptome konservativ behandelt. Die konservative Behandlung besteht aus Ruhe, Kühlung und dicken Watteverbänden. Zur Kühlung werden Kryo-Komp® Kühlkissen mit sehr gutem Erfolg angewendet. Es kommt allerdings selten vor, daß Patienten in diesem akuten Stadium in der Klinik vorgestellt werden, da die meisten Pferde ambulant vorbehandelt sind oder die Besitzer einige Zeit abwarten bis sie ihr Pferd behandeln lassen. Als Anlaß zur Durchführung der operativen Therapie wurde bei dem ausgewerteten Patientenmaterial das Vorliegen einer Lahmheit aufgrund der Exostose angenommen.

Die Durchführung einer Neurektomie als symptomatische Therapie wird schon seit mehr als 150 Jahren, insbesondere zur Behandlung der Podotrochlose, angewendet (*Vukelic und Marlot, 1961*). Heute hat sich die Neurekto-

mie der Nervi digitales palmares in Höhe der Fesselbeuge als Therapie der Podotrochlose durchgesetzt (Stashak 1989). Auch die Neurektomie des Ramus palmaris nervi ulnaris zur Ausschaltung von Lahmheitsursachen in seinem Innervationsgebiet, wie Insertionsdesmopathien und Desmopathien, wird heute durchgeführt (Becker et al., 1991). Auch bei der beschriebenen Operationsmethode wird eine Neurektomie durchgeführt. Es handelt sich dabei um den Nervus metacarpeus palmaris lateralis bzw. medialis. Es wird nur der unmittelbar proximal einer Exostose liegende Nervenabschnitt entfernt und nicht automatisch der laterale und mediale Anteil oder die Nerven beider Gliedmaßen, wie dies bei der Podotrochlose der Fall ist. Im Vergleich zu dem Nervus digitalis palmaris ist der N. metacarpeus palmaris ein sehr feiner Nerv, der in seinem Durchmesser variiert, wie aus der unterschiedlichen Anzahl der entnommenen Faszikel (s. Tabelle 4) hervorgeht. Bei der Neurektomie wird der Nerv soweit proximal wie möglich glatt durchtrennt und distal an der Stelle abgesetzt, an der er in der Exostose verschwindet und nicht mehr freizupräparieren ist. Eine Ligatur an den Nervenstumpf wird nicht angelegt. Die Länge des entfernten Nervenabschnittes beträgt ca. 10 cm und hängt von der Lage und von der Größe der vorhandenen Knochenwucherung ab. Die Bildung eines schmerzhaften Amputationsneuroms konnte bei keinem der Pferde, bei denen eine palpatorische Nachuntersuchung des Operationsbereichs durchgeführt wurde, festgestellt werden. Bei den entfernten Nn. metacarpei palmares lat. bzw. med. handelt es sich nicht um voll intakte Nerven. Die stichprobenartig durchgeführte histologische Untersuchung von 16 entnommenen Nerven ergab bei 15 dieser Proben eine degenerative Nervenveränderung. Trotz dieser Nervendegeneration ist eine Schmerzleitung dieser Nerven möglich, wie der positive Ausgang ihrer Anästhesie beweist.

Ursache für die Wallersche Degeneration am peripheren Nerven ist in der Regel ein traumatisches Geschehen (Griffin, 1990; Thonias et al., 1992). Im Falle der untersuchten Nerven ist die traumatische Einwirkung durch einen raumfordernden Knochenprozess im Bereich ihres Verlaufes entstanden. Der N. metacarpeus palmaris lat. bzw. med. verläuft in der Rinne zwischen dem Griffelbein, dem Röhrbein und dem M. interosseus medius, wo metacarpale Exostosen als raumfordernde knöcherne Neubildungen vorkommen, die vom Periost oder vom Mittelfußknochenzwischenband ausgehen. Bei der intraoperativen Präparation des Nerven wird jedesmal deutlich, daß er fest in die knöcherne Proliferation eingebettet ist und aus ihr nicht entfernt werden kann. Das Ausmaß dieser Knochenzubildung stellt sich intraoperativ am besten dar und korreliert mit dem röntgenologischen und dem klinischen Befund. Ein direkter Zusammenhang zwischen dem Grad der Degeneration und dem Grad der röntgenologisch feststellbaren Exostose kann nicht nachgewiesen werden. In manchen Fällen stimmen beide überein, in anderen findet sich jedoch eine hochgradige

Degeneration des Nerven bei geringgradigem Röntgenbefund und umgekehrt (s. Tabelle 4). Möglicherweise steht die Dauer der Schädigung mit dem Ausmaß der Degeneration des Nerven in Zusammenhang.

Daß Schmerzen durch die Degeneration des N. metacarpeus palmaris verursacht werden können, muß als Hypothese im Raum stehen bleiben, da dies durch die vorliegende Untersuchung nicht bewiesen werden kann. Fest steht, daß seine Leitungsanästhesie zur Schmerzfremheit und damit zur Lahmheitsfreiheit der betroffenen Tiere führt. Dies bedeutet, daß auch ein degenerierter oder teilgenerierter Nerv in der Lage ist, Schmerzen zu leiten. Die positive Anästhesie beweist, daß sich die Lahmheitsursache in dem Innervationsgebiet des Nerven befindet. Unterstützt wird dies durch die klinischen Befunde und den Röntgenbefund. Für eine Differenzierung, ob die Degeneration des N. metacarpeus palmaris, seine Läsion im Bereich der Exostose, die Exostose selbst, entzündliche Reaktionen des Periosts oder gar die Kompression der Arteria metacarpea palmaris im Bereich der Exostose (analog zum Karpaltunnelsyndrom des Pferdes) oder mehrere dieser Faktoren Ursache der Lahmheit sind, müßten weitergehende Untersuchungen bei entsprechend erkrankten Patienten durchgeführt werden.

Die Erfolgsquote von 78 %, bezogen auf die Lahmheitsfreiheit der operierten Pferde, nach einem Beobachtungszeitraum von 12 Monaten, ist als gutes Ergebnis zu werten. Die Kombination aus dem gründlichen Entfernen der Exostose, welches vorallem zu einer glatten Gleitfläche für den M. interosseus medius entlang des Röhrbeines führt, mit der Neurektomie des N. metacarpeus palmaris bedingen dieses Ergebnis.

## Literatur

- Adams, O. R. (1974): Lameness in Horses. 3rd Ed. Lea & Febiger, Philadelphia
- Barber, S.M., Caron, J.P. and Pharr, J.W. (1987): Metatarsal/metacarpal exostosis removal—a prospective study. Vet. Surgery, 16, 82
- Becker, M., Frewein, J., Rapp H.J. und Stechele M. (1991): Zur klinischen Bedeutung des Nervus ulnaris beim Pferd. Der praktische Tierarzt, 5, 399–406
- Budras, K.-D. und Röck, S. (1994): Atlas der Anatomie des Pferdes. 2. Aufl. Schlütersche Verlagsanstalt, Hannover
- De Lahunta, A. and Habel R. E. (1986): Applied Veterinary Anatomy W. B. Saunders Company, Philadelphia
- Goble, D.O. (1982): The small metacarpal and metatarsal bones. In: Mannsman R.A., McAllister E.S., eds. Equine medicine and surgery, 3rd ed, Vol 2. Santa Barbara: American Veterinary Publications, 115–1120
- Griffin, J.W. (1990): Basic pathologic mechanisms in the nervous system. Tox. Pathol., 18, 83–88
- Müller, H., Silbersiepe, E. und Berge, E. (1986): In: Müller, H. Lehrbuch der speziellen Chirurgie. 16. Aufl. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart

Nickel, R., Schummer, A. und Seiferle, E. (1984): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. 3: Kreislaufsystem, Haut und Hautorgane. 2. Auflg. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

Nickel, R., Schummer, A. und Seiferle, E. (1992): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd.1: Bewegungsapparat. 6. Auflg. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

Ordidge, R.M. (1984): The equine metacarpus. 1. The splint bones. *Veterinary Annual*, 24, 155-163

Pohlmeyer, K. (1989): Die für klinische Untersuchungen bedeutsamen Nerven am Vorder- und Hinterfuß des Pferdes. *Der praktische Tierarzt*, 44, 22-26

Rooney, J.R. and Prickett, M.E. (1966): Foreleg splints in horses. *Cornell Vet.*, 56, 259-269

Rooney, J.R. (1979): Die Lahmheiten des Pferdes: Ursachen, Symptome und Behandlungen. 1. Auflg. J. B. Ahnert Verlag, Friedberg

Stashak, T. S. (1989): Adam's Lahmheit bei Pferden. 4. Auflg. Verlag M. & H. Schaper, Alfeld-Hannover

Thomas, P.K., Landon, D.N. and King R.H.M. (1992): Disease of the peripheral nerves. In: *Adams, J.H., Duchon Greenfield's Neuropatholog*, 5th ed., E. Arnold, London, Melbourne, Auckland, 1116-1246

Vukelic, E. und Marlot, J. (1961): Beitrag zur Kenntnis der aseptischen Podotrochantitis. *Tierärztliche Umschau*, 16, 206-210

Wintzer, H.-J. (1982): Krankheiten des Pferdes. 1. Auflg. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.

Wyn-Jones, G. (1988): *Equine Lameness*. Blackwell scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh

Wir danken Herrn Dr. W. Biesenbach, Institut für Veterinärpathologie der Justus-Liebig-Universität Gießen für die Anfertigung und Auswertung der histologischen Proben.

Dr. Gerhard Grenz  
Dr. Cornelia Keune

Eichenheide 2  
D-61476 Kronberg  
Tel. 06173-1350  
Fax 06173-4589

Prof. Dr. Horst Keller

Klinik für Pferde der Freien Universität Berlin  
Oertzenweg 19 B  
D-14163 Berlin

Tel. 030-8108 2299  
Fax 030-8108 2529

**Jetzt zur Saison:**

**Unsere Leistungen für Sie:**

Faire Preise

Tierärztliche Betreuung

Breite Palette an Untersuchungen

Schnelle Befundübermittlung



# Stutentupfer

**Bakteriologische + mykologische Untersuchung**

**Sonderpreis!**

**DM nur 20**

DAS LABOR FÜR TIERÄRZTE

**Vet Med Lab**

Tel. 07141/9 66 38 · Fax 07141/9 66 39