



Wiener Tierärztliche Monatsschrift

A 4

87. JAHRGANG • 2000 / HEFT 10 / 285 - 312

VMA - VETERINARY MEDICINE AUSTRIA

ISSN 0043-535x

AUTORENEXEMPLAR



Erbliche Augenerkrankungen - Genfrequenzen - Hund
(*Hereditary eye diseases - gene frequencies - dog*)

***Henneguya branchialis* - ultrastructure - Nile catfish**
(*Henneguya branchialis - Ultrastruktur - Kiemensackwels*)

***Halicephalobus gingivalis* - Meningoenzephalitis - Pferd**
(*Halicephalobus gingivalis - meningoencephalitis - horse*)

Elephantidae - Anatomie - Schläfendrüse
(*Elephantidae - anatomy - temporal gland*)



Aus dem Institut für Anatomie¹ (Vorstand: Univ.Prof.Dr. H. E. König), dem Institut für Pathologie und Gerichtliche Veterinärmedizin² (Vorstand: Univ.Prof.Dr. P. Schmidt) der Veterinärmedizinischen Universität Wien und dem Istituto di Anatomia Patologica Veterinaria e Patologia Aviaria³ (Direttore: Prof.Dr. M. Finazzi) der Università degli Studi di Milano

Ein Beitrag zur Morphologie der Schläfendrüse (*Glandula temporalis*) des Afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*)

G. E. WEISSENGRUBER¹, A. KÜBBER-HEISS², G. FORSTENPOINTNER¹ und P. RICCABONI³

eingelangt am 25.4.2000

Schlüsselwörter: Proboscidea, Elephantidae, Anatomie, Histologie, Kopf, Drüse, Ausführungsgang, Myoepithel.

Keywords: Proboscidea, Elephantidae, anatomy, histology, head, secretory duct, myoepithelium.

Zusammenfassung

Die Schläfendrüsen eines ca. 40jährigen, weiblichen Afrikanischen Elefanten wurden makroskopisch-anatomisch und histologisch untersucht. Der Aufbau der Drüsen ist tubulo-alveolär. Sie liegen lateral des Musculus temporalis, medial und dorsal des Arcus zygomaticus und kaudal des Lig. orbitale. Sie sind im ventralen Abschnitt von einer mächtigen Bindegewebskapsel umgeben und besitzen einen sinusartig erweiterten Ausführungsgang.

Summary

On the morphology of the temporal gland (*Glandula temporalis*) in the African elephant (*Loxodonta africana*)

The temporal glands of an approximately 40 years old, female African elephant have been investigated by means of gross anatomical section and histological staining techniques. The tubuloalveolar temporal glands are located lateral of the temporal muscle, medial and dorsal of the zygomatic arch and caudal of the orbital ligament. The ventral part of the gland is embedded in a thick layer of fibrous connective tissue. The mean secretory duct is extended forming a sinus.

Abkürzungen: H/E = Hämatoxylin-Eosin; Lig. = Ligamentum; M. = Musculus; PAS = Periodic Acid Schiff; Proc. = Processus

Einleitung

Der Elefant fand nicht zuletzt wegen seiner für ein Landsäugetier beachtlichen Größe immer wieder die besondere Beachtung des Menschen und unter verschiedenen Aspekten Eingang in die Literatur. Elefanten wurden auch seit alters her „gezähmt“ und in Menagerien und Tiergärten gehalten. So ist es nicht verwunderlich, daß bereits in der Antike die äußerlich erkennbaren Veränderungen des männlichen Elefanten während der Fortpflanzungsperiode, die allgemein üblich mit dem Namen „Musth“ bedacht wird, bekannt waren und auch beschrieben wurden. STRABO (63 v. Chr. - 25 n. Chr.) berichtet über die sich während der Brunft wild gebärdenden, indischen Elefantenbullen, die eine fettige Substanz aus „Atmungslöchern“ in der Schläfengegend absondern. Diese Löcher sind nach dem oben genannten Autor auch bei weiblichen Individuen während der Brunstzeit „offen“. Es gibt Hinweise darauf, daß die sezernierenden Schläfendrüsen des Elefanten schon in der Zeit vor Strabo in der Bevölkerung Indiens wohlbekannt waren (EGGELING, 1901).

Das Sekret von Schläfendrüsen dürfte darüber hinaus schon im Paläolithikum bei Mammuts beobachtet worden sein, da Tierdarstellungen aus dieser Zeit zumindest auf verklebte oder in irgendeiner anderen Weise veränderte Haarbüschel im Schläfen- und Wangenbereich der Tiere

hinweisen (POCOCK, 1916).

In der Neuzeit - und hier in der Zeit des Aufschwunges der biologisch-medizinischen Wissenschaften im 18. und 19. Jahrhundert - wurden die Schläfendrüsen des Elefanten von mehreren Autoren beschrieben (CUVIER, 1805; GIEBEL u. LECHE, 1900; MAYER, 1847; OWEN, 1868; PERRAULT, 1734). Die anatomische Darstellung beschränkt sich in diesen Arbeiten jedoch meist auf fragmentarische Beschreibungen der äußeren Gestalt der Drüse. Bei diesen Autoren finden sich aber auch Hinweise darauf, daß die Drüse beim männlichen Elefanten während der „Brunst“ vergrößert ist (GIEBEL u. LECHE, 1900; OWEN, 1868), daß dem Sekret ein „moschusartiger“ Geruch anhaftet (GIEBEL u. LECHE, 1900) und es „schmierige“ Konsistenz aufweist (MAYER, 1847).

Mit Beginn des 20. Jahrhunderts lieferten die makro- und mikromorphologischen Beschreibungen verschiedener Autoren schon genauere Angaben über den Bau dieser Drüse und ihres Ausführungsgangsystems (CNYRIM, 1914; EALES, 1925; EGGELING, 1901, 1937; POCOCK, 1916; TOLDT, 1913). POCOCK (1916) weist auch erstmals auf die baulichen Unterschiede der Hauptausführungsgänge der beiden Elefantenarten hin; er beschreibt beim Indischen Elefanten (*Elephas maximus*) in diesem Bereich besondere Haarbüschel, die dem Afrikanischen Elefanten fehlen. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden

in morphologischen Arbeiten vor allem die mikroskopische Anatomie der Schläfendrüse des Elefanten beschrieben (ESTES u. BUSS, 1976; FERNANDO et al., 1963; SCHNEIDER, 1956).

Die Sekretionstätigkeit der Drüse scheint zumindest beim erwachsenen, männlichen Indischen Elefanten in engem - jedoch nicht ausschließlichen - Zusammenhang mit der Musth zu stehen (JAINUDEEN et al., 1972; LINCOLN u. RAZNASOORIYA, 1996; McGAUGHEY, 1963; SCHNEIDER, 1930). Eine „Aktivität“ der Schläfendrüsen konnte allerdings auch bei adulten, weiblichen Indischen (JAINUDEEN et al., 1972) und Afrikanischen Elefanten (RASMUSSEN et al., 1984; SCHWAMMER, 2000), sowie selbst bei juvenilen Afrikanischen Elefanten (BUSS et al., 1976; McGAUGHEY, 1963; SCHNEIDER, 1956) beobachtet werden. Beim männlichen Afrikanischen Elefanten tritt die Musth in ihrer - allerdings für *Elephas maximus* - als typisch beschriebenen Form erst in höherem Alter (ab etwa 30 Lebensjahren) auf und geht in der Regel mit gesteigerter Aggressivität, häufigem Harnträufeln sowie mit einer Vergrößerung und äußerlich erkennbaren Sekretionstätigkeit der Schläfendrüsen einher (POOLE, 1989; POOLE u. MOSS, 1981). Eine Sekretionsaktivität der Schläfendrüse des Afrikanischen Elefanten zeigt sich nicht nur während der Brunft (BUSS et al., 1976; SHORT et al., 1967). Die Sekretion kann beim männlichen Elefanten solche Ausmaße annehmen, daß Sekret von der Drüsenmündung in der Schläfengegend bis in den Mund rinnt oder der gesamte Kopf schwarz gefärbt erscheint (FERNANDO et al., 1963; JAINUDEEN et al., 1972). Am Beginn der Aktivitätsperiode der Schläfendrüse in der Musth erscheint das Sekret hochviskös und gelblich gefärbt, während es am Höhepunkt der Aktivität eher wäßrige Konsistenz aufweist (JAINUDEEN et al., 1972).

Aufgrund gewisser Verhaltensweisen des Elefanten (Reiben der Schläfengegend an verschiedenen Gegenständen, Beriechen der Schläfenregion anderer Individuen) und dem Nachweis diverser hormonell aktiver (Testosteron) und zum Teil auch im Vergleich zum Serum „angereicherter“ Stoffe (z. B. Cholesterin) oder von Stoffwechselprodukten im Drüsensekret dürfte die Drüsentätigkeit auch eine wichtige Rolle in der interindividuellen Kommunikation der Elefanten spielen und damit nicht nur für die Fortpflanzungszeit von Bedeutung sein (BUSS et al., 1976; ESTES u. BUSS, 1976; JAINUDEEN et al., 1972; RASMUSSEN u. PERRIN, 1999; RASMUSSEN et al., 1984).

Durch das Reiben der Schläfengegend an Pflanzen und anderen Gegenständen können vereinzelt Holzstücke oder andere Pflanzenteile im Drüsenausführungsgang eingeklebt gefunden werden (BUSS et al., 1976; McGAUGHEY, 1963). Bei Arbeitselefanten sind auch Entzündungen sowie Abszedierungen der Schläfendrüsen beschrieben worden (McGAUGHEY, 1963).

Der Zustand der Musth wurde in seiner Gesamtheit auch als „Krankheit“ angesprochen und aufgrund des gelblichen Sekretes der Schläfendrüse vor allem mit Lebererkrankungen in Zusammenhang gebracht (FERNANDO et al., 1963; McGAUGHEY, 1963). Den im besonderen durch die erhöhte Aggressivität bedingten Problemen beim Umgang mit Arbeitselefanten versuchen die Mahouts durch Anketten der Tiere, dem Anbieten von Kürbissen oder gesüßtem Reis, dem Verabreichen von Opium oder Ganja, der mechanischen Stimulation eines „Nervenzent-

trums“ in der „Analfalte“ oder durch alimentäre Unterversorgung zu begegnen (FERNANDO et al., 1963; LINCOLN u. RAZNASOORIYA, 1996; POOLE, 1989).

Die Schläfendrüse der Elefanten stellt ein unter rezenten Säugetieren einzigartiges Organ dar (BUSS et al., 1976; EGGELING, 1937). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit liefern weitere Informationen über die Lage und den Bauplan der beim Afrikanischen Elefanten erst in geringer Stückzahl untersuchten Drüse.

Material und Methode

Zur Untersuchung gelangte die seit dem 15. Juni 1993 im Wiener Tiergarten gehaltene Elefantenkuh „Anna“, die aufgrund einer therapieresistenten Erkrankung des Bewegungsapparates im Januar 2000 euthanasiert wurde. Diese Elefantenkuh war ein Wildfang und wurde ca. 1960 in Tansania geboren.

Die beiden Schläfenregionen wurden einen Tag nach der Euthanasie zuerst nach den Methoden der makroskopischen Anatomie präpariert, die Verhältnisse photographisch dargestellt und die Drüsen anschließend in 7%iger, neutral gepufferter Formaldehydlösung fixiert.

Ausgewählte Gewebeproben wurden in Paraffin eingebettet. In weiterer Folge wurden 4 µm dicke Schnitte hergestellt und folgende Färbungen bzw. Reaktionen durchgeführt: H/E-, Toluidinblau-, Sudanschwarz- (zur Anfärbung von Lipidtröpfchen), Muzikarmin- (zur Anfärbung von saurem Schleim), Azan- (zum Nachweis von kollagenen Fasern), Gomorifärbung (zur Darstellung von retikulären, argyrophilen Fasern), Elastikafärbung nach Weigert sowie PAS-Reaktion (zum Nachweis von Polysacchariden und Mukosubstanzen).

Zum immunhistochemischen Nachweis von Myoepithelzellen wurden 3 mäuse-spezifische, monoklonale Antikörper (Anti-Human Smooth Muscle Actin 1A4, Fa. Dako, Wien, Österreich; Anti-Human Muscle Actin HHF35, Fa. Dako; Anti-Myosin Smooth Muscle hSM-V, Fa. Sigma Biosciences, Wien, Österreich) in einer Verdünnung von 1:2.000 verwendet. Die vorbereiteten histologischen Schnitte wurden entparaffiniert, rehydriert und zur Hemmung endogener Peroxidasen 30 Minuten mit 0,3%igem Wasserstoff in Methanol inkubiert. Für die immunhistologische Färbung mittels hSM-V-Antikörpern wurde eine doppelte Antigendemaskierung durchgeführt. Zunächst erfolgte eine Pepsinverdauung (20 Minuten) bei 37°C, und anschließend wurden die Schnitte in einer Zitratpufferlösung (pH 5,9; 0,01 M) 8 Minuten lang in einem Mikrowellenherd (700 W) erhitzt. Die so behandelten Schnitte wurden zur Vermeidung einer unspezifischen Hintergrundfärbung nach Abkühlung mit Ziegen-Normalserum (30 Minuten) und dann über Nacht mit den primären Antikörpern inkubiert. In weiterer Folge kamen die standardisierte Avidin-Biotin-Methode (Vectastain®-ABC-Kit, Fa. Vector, Burlingame, CA, USA) und zur Sichtbarmachung der immunologischen Reaktion das Peroxidase-Substrate-Kit DAB (Fa. Vector) zur Anwendung (HSU et al., 1981).

Ergebnisse

Makroskopischer Befund

Die schlitzförmige Öffnung des Ausführungsganges der

Schläfendrüse auf der Oberfläche der äußeren Haut liegt ca. 60 mm dorsal des Arcus zygomaticus, kranial des Halbierungspunktes der Strecke zwischen dem Lig. orbitale und dem Meatus acusticus externus (ca. 120 mm kaudal des Lig. orbitale) und ist aufgrund ihrer geringen Größe (ca. 8 mm Länge) und der gefurchten, reliefartigen Struktur der Oberhaut nur sehr schwer mit bloßem Auge zu erkennen. Diese schlitzartige Öffnung ist annähernd vertikal gestellt, die Haut zeigt im umgebenden Bereich keine weiteren Besonderheiten.

Zwischen der schlitzförmigen Mündungsstelle an der Hautoberfläche und dem Drüsenkörper besitzt der Ausführungsgang eine sinus- oder zisternenartige Erweiterung, deren Epithel dunkelgrau gefärbte, konische, papillenartige Fortsätze trägt (Abb. 1). Diese Erweiterung erreicht eine Länge von ca. 55 mm, einen Durchmesser von ca. 40 mm und verläuft von der lateral gelegenen Hautöffnung medial



Abb. 1: Querschnitt des Hauptausführungsganges der Schläfendrüse eines Afrikanischen Elefanten; 1 = sinusartige Erweiterung mit papillenartigen Fortsätzen, 2 = kollagenes Bindegewebe

und dabei etwas ventral. Die papillenartigen Fortsätze nehmen bis auf den Grund der Erweiterung, der bereits im Drüsenkörper liegt, an Höhe ab. Durch die Ausbildung von unterschiedlich hohen, in das Lumen vorspringenden Längsfalten, die ebenfalls von den oben beschriebenen Fortsätzen überzogen sind, erscheint der Querschnitt durch die zisternenartige Erweiterung des Ausführungsganges unregelmäßig sternförmig. Die innere Oberfläche der Erweiterung ist von einer gelbbraunen, schmierig-fettigen Sekretschicht überzogen, die durch einen penetranten und für Elefanten typischen Geruch gekennzeichnet ist. Am medial gelegenen Grund des Hauptausführungsganges münden die in Bindegewebsstraßen verlaufenden Ausführungsgänge aus den Drüsenlappen. Der erweiterte Ausführungsgang ist von einer mächtigen, faserigen Bindegewebschicht umgeben, die an einzelnen Stellen eine Dicke von ca. 15 mm erreicht. Der Verlauf der Fasern ist im lateralen Abschnitt des Ganges weitgehend zirkulär, während im medialen Teil auch Bindegewebszüge aus den Drüsensepten herantreten.

Der gesamte Drüsenkörper besitzt annähernd die Form einer Diskusscheibe mit einer medial und lateral konvexen Oberfläche. Die mediale Fläche ist mehr gewölbt als die laterale. Die dickste Stelle dieser Scheibe befindet sich

jedoch nicht in ihrem Zentrum, sondern kaudoventral davon, d. h. in jenem Bereich, wo der erweiterte Hauptausführungsgang die Drüse verläßt (Abb. 2). Auch ist der Umriss der Drüse - bei einer Ansicht von medial (Abb. 3) oder lateral - nicht kreisrund, da der „Radius“ der ventralen Hälfte größer als der der dorsalen ist.

Die Drüse liegt lateral des von zahlreichen Sehnen durchzogenen M. temporalis und ist von einer Bindegewebskapsel umgeben, die im ventralen Drittel der Drüse bedeutende Stärke annimmt. Während in den dorsalen Drüsenabschnitten die Bindegewebskapsel nur in Form einer zarten, durchscheinenden Schicht ausgebildet und die Drüse somit hauptsächlich vom massiv entwickelten, temporalen Fettgewebslager umgeben ist, erreicht das derbfaserige Kapselbindegewebe im ventralen Drittel die Dicke von 10 bis 20 mm. Über diese Bindegewebskapsel ist der Drüsenkörper mit der medialen Fläche und dem dorsalen Rand des Arcus zygomaticus (Abb. 2) verbunden.

Die Drüse erreicht rostral im Bereich des Lig. orbitale den rostralen Rand des M. temporalis und liegt mit ihrem ventralen und rostroventralen Rand zwischen M. temporalis und Arcus zygomaticus bzw. Proc. frontalis des Os



Abb. 2: Rechte Schläfendrüse eines Afrikanischen Elefanten in situ; Lateralansicht; der temporale Fettkörper und der Venenplexus sowie die Bindegewebskapsel der Drüse wurden entfernt. 1 = Schläfendrüse, 2 = erweiterter Hauptausführungsgang, 3 = M. temporalis, 4 = Orbita, 5 = Lig. orbitale, 6 = Arcus zygomaticus, 7 = Proc. zygomaticus des Os temporale



Abb. 3: Linke Schläfendrüse eines Afrikanischen Elefanten; Medialansicht

zygomaticum (Abb. 2). Der kaudale Drüsenrand erreicht jedoch nicht die Abgangsstelle des Proc. zygomaticus des Os temporale, so daß kaudal der Drüse der M. temporalis direkt unter die äußere Haut zu liegen kommt. Die rechte Schläfendrüse weist rostrokaudal gemessen eine Länge von 210 mm und dorsoventral eine Höhe von 185 mm auf. Die linke Schläfendrüse mißt rostrokaudal 190 mm und dorsoventral 180 mm. An ihren dicksten Stellen im ventralen Drüsenteil sind beide Drüsen ca. 50 mm dick. Das Gewicht der unfixierten, rechten Schläfendrüse beträgt nach dem Abpräparieren der derben Bindegewebskapsel 1.020 g, das der linken 860 g.

Der oben beschriebene, erweiterte Ausführungsgang liegt mit seinem Grund ca. 20 mm lateral der medialen Seitenfläche des Drüsenkörpers und zieht somit teilweise in den Drüsenkörper im Bereich seiner dicksten Stelle. Der Hauptausführungsgang verläßt den Drüsenkörper in laterodorsaler Richtung.

Der Drüsenkörper besteht aus mehreren, scheibenförmigen Lappen, die peripher undeutlich voneinander abgegrenzt sind, im Bereich des Hauptausführungsganges aber zusammenhängen. Die Seitenflächen dieser Lappen liegen annähernd parallel zu den Seitenflächen der gesamten Drüse, wobei der größte Lappen, der den Hauptteil der Drüse ausmacht, medial liegt. Die mediale Fläche des medialen Lappens bildet daher fast die gesamte mediale Seitenfläche der Drüse. Die Lappen bestehen wiederum aus unterschiedlich großen, durch Bindegewebssepten voneinander getrennten Läppchen, die besonders im ventralen Bereich erst dann von außen sichtbar werden, wenn die starke Bindegewebskapsel entfernt ist. In frischem Zustand weist die Drüse elastische Konsistenz auf, und ihre Oberfläche erscheint rotbraun gefärbt.

Eine Arterie tritt ventromedial im Bereich der dicksten Stelle in die Drüse ein. Zahlreiche Venen verlassen den Drüsenkörper auf der gesamten Oberfläche verteilt und ziehen in das umgebende Fettgewebe bzw. verbinden sich mit zum Teil starken, plexusförmigen Venen, die dem M. temporalis lateral aufliegen.

Mikroskopischer Befund

Die Schläfendrüsen der untersuchten Elefantenkuh stellen lobierte und wiederum lobulierte, exokrine Drüsen mit tubulo-alveolärem Aufbau und apokrinem Sekretionstypus dar. Das Drüsenepithel ist kubisch bis hochprismatisch, die Zellkerne der Epithelzellen sind rund bis ovoid (Abb. 4, 5). Zwischen den sekretorischen Drüsenepithelzellen und der Basalmembran befinden sich Myoepithelzellen (Abb. 8). Zwischen den Tubuli findet man kleinere, intralobuläre Ausführungsgänge, die ein zweischichtiges Epithel besitzen. Die Zellkerne der Epithelzellen der Ausführungsgänge färben sich deutlich intensiver basophil an als die der Drüsenepithelzellen. Die größeren Ausführungsgänge, welche ebenfalls mit einem zweireihigen Epithel ausgestattet sind, befinden sich im interlobulären Bindegewebe (Abb. 6). Im intra- sowie im interlobulären Bindegewebe verlaufen Gefäße und Nerven kleinerer bis mittlerer Größe.

Im Lumen der Tubuli findet man stellenweise konkretmentartiges Sekret, welches sich PAS-positiv verhält. Die Muzikarminfärbung zum Nachweis von Schleim erwies sich hingegen als negativ. Mit Sudanschwarz zur Darstellung von Lipiden ist das Sekret teilweise positiv

anfärbbar, und auch im Zytoplasma der Drüsenepithelzellen findet man feine Lipidtröpfchen.

Die Gomorifärbung zum Nachweis argyrophiler Fasern im Bindegewebe zeigt intralobulär einen diffusen Gitterfasergehalt, der sich besonders um die Gefäße konzentriert. Kollagene Fasern (nachgewiesen mittels Azanfärbung) kommen intralobulär überwiegend um Gefäße und Ausführungsgänge vor. Das interlobuläre Interstitium besteht hauptsächlich aus Gitterfasern und kollagenem Bindegewebe. Zarte elastische Fasern, dargestellt durch die Weigertsche Elastikafärbung, sind in geringer Zahl um die größeren Ausführungsgänge angeordnet.

Die sinusartige Erweiterung des Hauptausführungsganges und der schlitzförmige Mündungskanal sind von einem mehrschichtigen, verhornenden Plattenepithel mit gut ausgebildetem Papillarkörper ausgekleidet (Abb. 7). In vielen Zellen des Stratum basale sind Melaningranula eingelagert. Zwischen den papillenartigen Fortsätzen der kutanen Schleimhaut des erweiterten Hauptausführungsganges zweigen kleinere Talgdrüsen ab.

Diskussion

Die Schläfendrüsen des untersuchten weiblichen Elefanten waren nicht im Sinne einer äußerlich sichtbaren Sekretion aktiv. Die rechte Drüse wies jedoch mit einem Längendurchmesser von 210 mm eine beachtliche Größe auf. Eine Schläfendrüse dieser Ausdehnung ist in der Literatur bisher noch nicht beschrieben worden, was aber teilweise auf die Untersuchung von unvollständigem Material oder von juvenilen Tieren zurückgeführt werden kann (EALLES, 1925; SCHNEIDER, 1956). Die von JAINUDEEN et al. (1972) erwähnte Angabe, daß das Gewicht der Schläfendrüsen männlicher Afrikanischer Elefanten doppelt so groß sei wie jenes von Drüsen weiblicher Tiere, ist unter Umständen darauf zurückzuführen, daß Elefantenbullen die doppelte Körpermasse von Kühen erreichen können (POOLE, 1989) und damit auch die Drüsenmasse proportional ansteigt. Ähnlich wie bei der Milchdrüse muß darüberhinaus auch bei der Schläfendrüse an eine Zunahme der Größe und des Gewichtes unter dem Einfluß von - im Falle der Schläfendrüse wahrscheinlich männlichen - Geschlechtshormonen gedacht werden.

Die in der Literatur beschriebene, die Drüse allseits umgebende Bindegewebskapsel (EGGELING, 1901; ESTES u. BUSS, 1976; GÜSSGEN, 1988; SCHNEIDER, 1956) konnte auch im vorliegenden Fall gefunden werden; sie ist jedoch im dorsalen Bereich des Drüsenkörpers nur sehr zart ausgebildet. Das besonders dicke und derbe Bindegewebe im ventralen Drittel scheint im Winkel zwischen Arcus zygomaticus auf der lateralen und M. temporalis auf der medialen Seite eine Stützfunktion zu übernehmen. Da in ventraler Richtung aufgrund des mächtigen, sehnigen M. temporalis (STÖCKER, 1957) ohnehin kein Platz für eine Vergrößerung der aktiven Drüse zur Verfügung steht, würde eine allseits stark ausgebildete Bindegewebskapsel eine - von verschiedenen Autoren beschriebene - Ausdehnung (GIEBEL u. LECHE, 1900; JAINUDEEN et al., 1972; POOLE u. MOSS, 1981) in jegliche Richtung verhindern.

In ihrem dorsalen Bereich sind die Schläfendrüsen des untersuchten Afrikanischen Elefanten hauptsächlich von Fett umgeben und liegen dem temporalen Venenplexus benachbart, was den Verhältnissen beim Indischen Elefan-

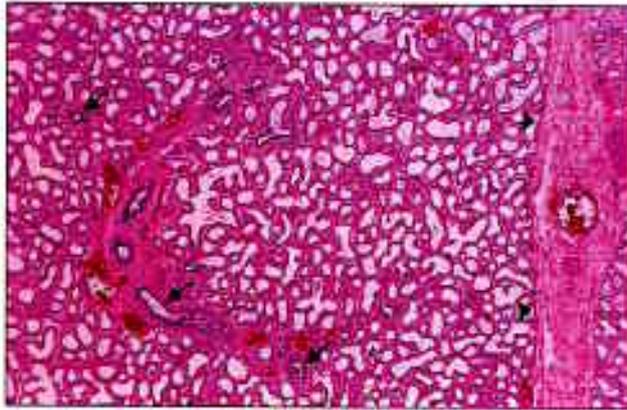


Abb. 4: Drüsenparenchym der Schläfendrüse eines Afrikanischen Elefanten; intralobuläre Ausführungsgänge (Pfeile), interlobuläres Interstitium (Pfeilköpfe); H/E-Färbung, 25fach

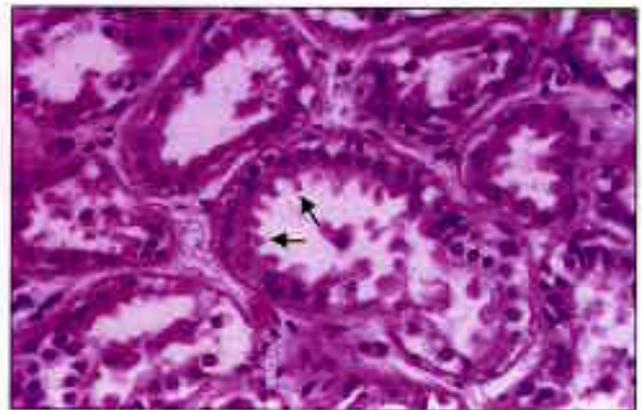


Abb. 5: Apokrine Sekretion (Pfeile); H/E-Färbung, 240fach

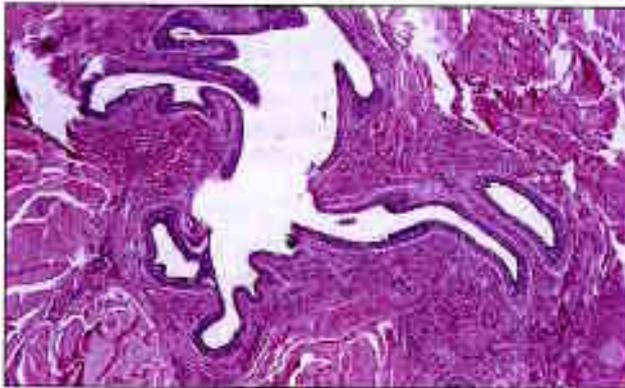


Abb. 6: Interlobulärer Ausführungsgang, sternartiges Lumen, zweischichtiges Epithel; H/E-Färbung, 25fach



Abb. 7: Hauptausführungsgang; mehrschichtiges, verhorntes Plattenepithel; H/E-Färbung, 25fach

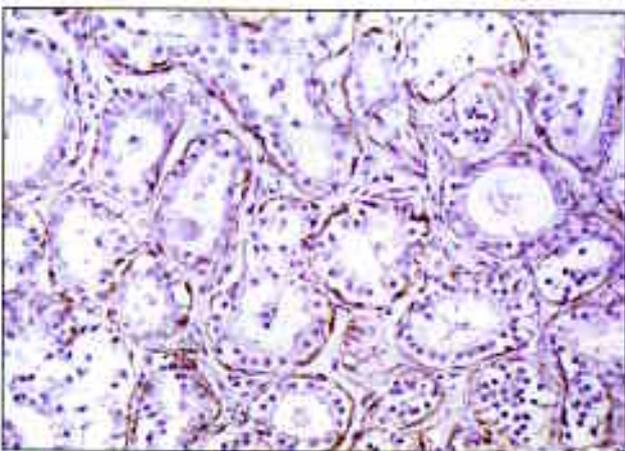


Abb. 8: Immunhistologische Darstellung der Myoepithelzellen unter Verwendung von monoklonalen Antikörpern (Anti-Human Smooth Muscle Actin 1A4); hohe Positivität (Braunfärbung) der Myoepithelzellen neben sekretorischen Zellen (negativ); 100fach

ten entspricht (STÖCKER, 1957). Auch das Vorhandensein einer einzigen Arterie und der Austritt vieler, über die gesamte Oberfläche verteilter Venen ist den Verhältnissen beim Indischen Elefanten ähnlich (CNYRIM, 1914).

Der von CNYRIM (1914) beim Indischen Elefanten beschriebene *M. glandulae temporalis* konnte in vorliegendem Fall aber nicht nachgewiesen werden.

In der histologischen Struktur der vorliegenden Drüsen bestehen kaum Unterschiede zu den Verhältnissen beim Indischen Elefanten (EGGELING, 1901; FERNANDO et al., 1963). Im Gegensatz zu der Untersuchung von ESTES u. BUSS (1976) konnten in dem vorliegenden Fall zwischen Drüsenepithelzellen und Basalmembran Myoepithelzellen und in den Tubuluslumina mucopolysaccharid- und fetthaltiges Sekret nachgewiesen werden. Lipide dürften demnach durch apokrine Sekretion im eigentlichen Drüsenkörper und durch die Tätigkeit der Talgdrüsen im Hauptausführungsgang in das äußerlich sichtbare Sekret der Schläfendrüse gelangen. Die im Sekret nachgewiesenen Stoffe (RASMUSSEN u. PERRIN, 1999) lassen darüber hinaus enge Verbindungen zum Lipidstoffwechsel vermuten.

Die größten Unterschiede im Bau der Schläfendrüsensysteme der beiden Spezies der Familie Elephantidae scheinen den Hauptausführungsgang zu betreffen. Während beim Indischen Elefanten im Bereich der Mündung an

der Hautoberfläche regelmäßig kurze, starre Haare gefunden werden (EGGELING, 1901; GÜSSGEN, 1988; TOLDT, 1913), fehlen diese im vorliegenden Fall. Bei der untersuchten afrikanischen Elefantenkuh waren im Ausführungsgang zahlreiche, nebeneinander stehende, dunkel pigmentierte, papillenartige Fortsätze vorhanden, die beim Indischen Elefanten nicht beschrieben werden (EGGELING, 1901; POCOCK, 1916). Bei beiden Spezies könnte der erweiterte Ausführungsgang eine gewisse Speicherfunktion übernehmen. Die Größe der Mündungsöffnung im Bereich der äußeren Haut entspricht mit 8 mm der Größenangabe von POCOCK (1916) für *Loxodonta africana*. Beim Indischen Elefanten ist diese Öffnung jedoch weitaus größer (TOLDT, 1913).

Die Schläfendüse des Afrikanischen Elefanten ist nach ihrem anatomischen und histologischen Aufbau eine modifizierte Schweißdrüse. Ähnliche Drüsenkomplexe kommen in anderen Lokalisationen bei vielen Säugetieren vor (EGGELING, 1937; SCHALLER, 1992). Die Schläfendüse des Elefanten entsteht in gleicher Weise wie die Milchdrüse als modifizierte Einstülpung des Epithels der äußeren Haut, die den sinusartig erweiterten Hauptausführungsgang darstellt. Der apokrine Sekretionsmodus (Abb. 5) sowie das massive Vorkommen von Myoepithelzellen (Abb. 8) verdeutlichen die morphologischen und physiologischen Parallelen zwischen der Milchdrüse der Säugetiere und der Schläfendüse der Elefanten.

Danksagung

Wir danken den Herren Dr. Harald Schwammer und Dr. Helmut Pechlaner (beide Schönbrunner Tiergarten, Wien) für wertvolle Hinweise und die Überlassung des Tierkörpers, Frau Karin Fragner für die ausgezeichnete technische Assistenz sowie Herrn Klaus Bittermann für die photographische Ausarbeitung.

Literatur

- BUSS, I. O., RASMUSSEN, L. E., SMUTS, G. L. (1976): The role of stress and individual recognition in the function of the African elephant's temporal gland. *Mammalia* **40**, 437 - 451.
- CNYRIM, E. (1914): Zur Schläfendüse und zum Lidapparate des Elefanten. *Anat. Anz.* **46**, 273 - 279.
- CUVIER, G. (1805): Lecons d'anatomie comparée. T. 5, Genet, Paris, p. 251 - 252.
- EALLES, N. B. (1925): External characters, skin, and temporal gland of a foetal African elephant. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 445 - 456.
- EGGELING, H. (1901): Über die Schläfendüse des Elefanten. *Biolog. Centralbl.* **21**, 443 - 453.
- EGGELING, H. (1937): Hautdrüsen. In: BOLK, L., GÖPPERT, E., KALLIUS, E., LUBOSCH, W. (Hrsg.): Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. 1. Bd., Urban & Schwarzenberg, Berlin, S. 633 - 692.
- ESTES, J. A., BUSS, I. O. (1976): Microanatomical structure and development of the African elephant's temporal gland. *Mammalia* **40**, 429 - 436.
- FERNANDO, S. D. A., JAYASINGHE, J. B., PANABOKKE, R. G. (1963): A study of the temporal gland of an Asiatic elephant. *Ceylon Vet. J.* **11**, 108 - 111.
- GIEBEL, C. G., LECHE, W. (1900): Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Säugetiere. *Mammalia*. Bd. 1., C. F. Winter'sche Verlagshandlung, Leipzig, S. 958.
- GÜSSGEN, B. (1988): Vergleichende Zusammenstellung der Literaturbefunde über die Anatomie des Indischen und Afrikanischen Elefanten als Grundlage für tierärztliches Handeln.

- Diss., Tierärztl. Hochsch. Hannover.
- HSU, S. M., RAINE, L., FANGER H. (1981): Use of avidin-biotin-peroxidase complex (ABC) in immunoperoxidase techniques: a comparison between ABC and unlabeled antibody (PAP) procedures. *J. Histochem. Cytochem.* **29**, 577 - 580.
- JAINUDEEN, M. R., MCKAY, G. M., EISENBERG, J. F. (1972): Observations on musth in the domesticated Asiatic elephant. *Mammalia* **36**, 247 - 261.
- LINCOLN, G. A., RAZNASOORIYA, W. D. (1996): Testosterone secretion, musth behaviour and social dominance in captive male Asian elephants living near the equator. *J. Reprod. Fert.* **108**, 107 - 113.
- McGAUGHEY, C. A. (1963): Musth. *Ceylon Vet. J.* **11**, 105 - 107.
- MAYER, C. (1847): Beiträge zur Anatomie des Elefanten. Verhandlungen der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher **14**, 9 - 54.
- OWEN, R. (1868): On the anatomy of vertebrates. Vol. III., Longmans, Green and Co., London, p. 634.
- PERRAULT, C. (1734): Description anatomique d'un éléphant. *Mem. Acad. Sci. Paris* **3**, 101 - 156.
- POCOCK, R. I. (1916): Scent-glands in mammals. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 742 - 755.
- POOLE, J. H. (1989): Mate guarding, reproductive success and female choice in African elephants. *Anim. Behav.* **37**, 842 - 849.
- POOLE, J. H., MOSS, C. J. (1981): Musth in the African elephant, *Loxodonta africana*. *Nature* **292**, 830 - 831.
- RASMUSSEN, L. E. L., PERRIN, T. E. (1999): Physiological correlates of musth: lipid metabolites and chemical composition of exudates. *Physiol. Behav.* **67**, 539 - 549.
- RASMUSSEN, L. E., BUSS, I. O., HESS, D. L., SCHMIDT, M. J. (1984): Testosterone and dihydrotestosterone concentrations in elephant serum and temporal gland secretions. *Biol. Reprod.* **30**, 352 - 362.
- SCHALLER, O. (1992): Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature. Enke, Stuttgart, S. 560 - 561.
- SCHNEIDER, K. M. (1930): Einige Beobachtungen über das Geschlechtsleben des indischen Elefanten. *Zoolog. Gart. N. F.* **3**, 305 - 314.
- SCHNEIDER, R. (1956): Untersuchungen über den Feinbau der Schläfendüse beim Afrikanischen und Indischen Elefanten, *Loxodonta africana* Cuvier und *Elephas maximus* Linnaeus. *Acta Anat.* **28**, 303 - 312.
- SCHWAMMER, H. (2000): persönl. Mitteilung.
- SHORT, R. V., MANN, T., HAY, M. F. (1967): Male reproductive organs of the African elephant, *Loxodonta africana*. *J. Reprod. Fert.* **13**, 517 - 536.
- STÖCKER, L. (1957): Trigeminusmuskulatur und Kiefergelenk von *Elephas maximus* L. *Morph. Jb.* **98**, 35 - 76.
- STRABO (63 B. C. - 25 A. D.): Geography 15.1.43. In: JONES, H. L. (1983): The geography of Strabo. Vol. VII. Harvard University Press, Cambridge, p. 73.
- TOLDT, K. (1913): Über die äußere Körpergestalt eines Fetus von *Elephas maximus*. Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien **90**.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Gerald E. Weissengruber, Dr. Anna Kübber-Heiss, Univ. Prof. Dr. Gerhard Forstenpointner, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien; Dr. Pietro Riccaboni, Via G. Celoria 10, I-20133 Milano, Italia.
e-mail: gerald.weissengruber@vu-wien.ac.at