

Zugversuche am Processus muscularis des Arytaenoid zur Bestimmung der altersabhängigen Haltekraft

Ilka Boening, Hermann H. L. Sasse und Karl Josef Boening

Tierärztliche Klinik für Pferde Telgte

Zusammenfassung

Gibt es altersabhängige Unterschiede bezüglich der Mobilität und Elastizität des Processus muscularis, bzw. kann die Frage nach dem optimalen Operationsalter für Pferde mit einer idiopathischen Hemiplegia laryngis beantwortet werden? Hierzu wurden in vitro experimentelle Zugversuche am isolierten Processus muscularis des Arytaenoidknorpels von 40 Warmblütern im Alter von 1 bis 30 Jahren durchgeführt. Dorsoproximal gerichtete, progressive Zugversuche am isolierten Processus muscularis zeigen altersabhängige Veränderungen seiner Stabilität und Elastizität, d.h. der aufzuwendenden Kraft bzw. seiner erreichten Dehnung bis zum ersten Einreißen und vollständigen Ausreißen. Der linke Processus muscularis besitzt eine signifikant höhere Haltekraft gegenüber Zugkräften. Er zeigt jedoch mit zunehmendem Alter die Tendenz zu multiplen partiellen Nachgeben. Eine signifikante altersabhängige Abnahme der Haltekraft ist hingegen beim rechten Processus muscularis zu erkennen. Es wird deutlich, dass mit steigendem Alter bereits bei manuell während einer Laryngoplastik erreichbaren Kräften gehäuft ein partielles Nachgeben (Einreißen) des Processus muscularis auftreten kann. In einer zweiten in vitro Studie wurde die etablierte Operationsmethode nach Marks et al. (1970) durch eine Implantation mit doppelter Schlingenführung modifiziert. Der Vergleich beider Implantationsmethoden zeigt eine signifikante Überlegenheit der Doppelschlingenimplantation in Bezug auf die durchschnittlich erreichte Kraft und Dehnung bis zum Versagen der Prothese. Der in vivo Vergleich beider Implantationsmethoden zeigt keine Unterschiede in der postoperativen Komplikationsrate. Resultierend ist eine Laryngoplastik bei einer idiopathischen Hemiplegia laryngis aus chirurgischer Sicht möglichst früh zu empfehlen. So sollten bzw. können auch erkrankte Pferde im Alter von ein- und zwei Jahren bereits der Arytaenoidopexie unterzogen werden. Aufgrund der besseren Knorpelhaltekraft und Dehnungsfähigkeit des Aryknorpels bei der Doppelschlingen-Implantation sollte diese insbesondere bei älteren Pferden und solchen die zum wiederholten Mal einer Laryngoplastik unterzogen werden müssen in Betracht gezogen werden.

Schlüsselwörter: Idiopathische Hemiplegia Laryngis, Zugversuch, Knorpelhaltekraft, Altersindividualität, Doppelschlingen-Implantation

Traction test of the muscular process of the arytenoid to evaluate age-related retention force

It was assumed that the cartilage of the muscular process of the arytenoids of one and two year old horses is softer (immature) than that of older animals associated with a greater risk of pulling out of the prosthesis. To evaluate this risk a Mersilene® suture (metric 6) was implanted into the left and right muscular process of the arytenoids cartilage of the left and right side one centimetre distal to the insertion of the dorsal cricoarytenoid muscle. This cadaveric study was conducted on 40 one to thirty year old warmblood horses. With the help of the ZWICK material testing machine tensile forces were applied to the implanted prosthesis the suture pulled out of the muscular process. The load-displacement graph of each muscular process showed in 27 specimens uniform displacement during loading, followed by complete muscular process failure. The force [N] causing complete cartilage failure averaged 131.32 N for the left and 113.13 N for the right muscular process. For 53 specimens, the load-displacement graph showed initially a partial muscular process failure, followed by increased cartilage retention strength before complete muscular process failure. The average force at the initial partial failure of the left muscular process was 77.50 N and 75.65 N for the right one. There was no influence of the horses' age on the initial partial muscular process failure for the left and was significant ($p=0.034$) for the right one. The slope [m] of the regression curve for the right cartilage was negative ($m=-1.2705$) and characterised the average decline of the force required for the initial partial failure per year of life. For the left muscular process a tendency ($p=0.067$) could be established that with increasing age the frequency of occurrence of the load-displacement graphs showing initial partial muscular process failure increases. The results disprove the hypothesis that pull out of the prosthesis is a greater risk in young one or two year old horses. The right muscular process shows a tendency of losing its stability in view of the prosthesis with increasing age. This tendency could, however, not be established for the left cartilage. For the left muscular process an increased occurrence of the initial partial cartilage failure with increasing age became apparent. The initial partial cartilage failure may explain the occasionally identified arytenoid relaxation in the postoperative period seen via endoscope. For this reason it is recommended from a surgical point of view to submit horses with ILH to laryngoplasty at an early age, which means already when they are one or two years old. To increase the holding strength and dynamic elasticity of the arytenoids cartilage the implantation was modified by a "double-loop" technique. In a second in vitro assessment the left muscular process of 40 larynges were implanted with a double-loop suture (Mersilene®, metric 6). The control consisted of 40 single-loop implanted larynges. In the double-loop technique the suture tore in 20 cases (50%) and in the other 20 cases it was pulled out through the arytenoids cartilage. In 92,5% of the single-loop implantation (37 larynges) the cartilage failed and only 3 times resulted in a rupture of the thread. The mean force (166,2 N, $p=0,001211$) and the mean tension (29,3%, $p<0,0001$) causing a material rupture (muscular process or suture failure) were significantly higher in the double-loop implantation. In the single-loop technique the mean force and tension were measured with 135,1 N and 14,2%. The results of the second in vitro assessment show significantly increased cartilage retention strength and significantly increased dynamic elasticity when the prosthesis was double-loop implanted in contrast to single-loop implanted prosthesis. In the Tierklinik Telgte, Münster, Germany, the double-loop laryngoplasty was performed in 20 horses with RLN grade 3 and 4. The results were compared to 20 single-loop implanted horses. The postoperative results showed no difference in the implantation methods due to complications. For this reason the double-loop technique is recommended for older horses and for those who have to be re-operated.

Keywords: Recurrent laryngeal neuropathy, traction test, retention force of the arytenoid, individuality of ageing, double-loop prosthesis

Einleitung

Die idiopathische Hemiplegia laryngis ist aufgrund ihrer klinischen Symptome - ein inspiratorisches, pfeifendes Atemgeräusch, sowie ein je nach dem Grad der Hemiplegie, mehr oder weniger deutlicher Leistungsabfall des betroffenen Pferdes - eine bedeutsame Erkrankung. Die Ursache der zumeist linksseitig auftretenden Lähmung liegt in einer chronisch-degenerativen, distalen Axonopathie im Nervus laryngeus recurrens sinister. In der Folge kommt es zur neurogenen Atrophie der Kehlkopfmuskulatur, und somit zu einer gestörten Abduktion des linken Aryknorpels während der Inspiration (Cahill und Goulden 1987).

Therapeutisch gilt die Laryngoplastik nach Marks weltweit als Methode der Wahl. Sie wird in der Regel mit einer Ventrikellectomie oder einer partiellen oder/bzw. totalen Cordectomy des Stimmbandes kombiniert. Das Ziel einer Laryngoplastik ist die Rekonstruktion der normalen anatomischen Stellung des Larynx bei maximaler Inspiration. Ein synthetisches Band wird zwischen dem Ringknorpel und dem Processus muscularis des Aryknorpels implantiert. Dadurch wird der linke, in das Kehlkopflumen abgesunkene Aryknorpel, wieder nach dorso-lateral hin aufgerichtet. Die elastische Spannung des Implantates soll so den fehlenden abduktorischen Muskeltonus ersetzen (Marks et al. 1970b).

Ein Versagen dieser Operationsmethode führt zu einem erneuten Abduktionsverlust der Aryknorpel sowie erneuter Leistungsminderung. Dean et al. (1990) und Boswell et al. (2000) stellten experimentell fest, dass der Processus muscularis des Aryknorpels und nicht das Cricoid der Zugspannung des Implantates nachgibt und einreißt. Daher wurden in der vorliegenden Studie nur Zugversuche an isolierten Aryknorpeln durchgeführt. Jedoch sollte die Stabilität und Elastizität des Cricoid gegenüber einer Prothese ebenfalls überprüft werden.

Cook (1970) bezeichnet die idiopathische Hemiplegia Laryngis als „disease of childhood“. Das Auftreten erster klinischer Symptome wird bei fast der Hälfte der betroffenen Vollblüter im Alter von ein bis zwei Jahren, bei über 75% im Alter von 3 Jahren und bei über 90% bis zum vollendeten fünften Lebensjahr beobachtet (Cook 1970). Ziel dieser Studie ist daher eine Überprüfung der Vermutung, die Aryknorpel und somit die Implantationslager, seien bei Jährlingen und zweijährigen Pferden noch immatur und weicher als bei älteren Tieren, so dass ein Implantat eher aus dem Knorpel jüngerer Pferde ausreißt (Honnas et al. 1990, Bathe 1993, Robertson 2000).

Material und Methode

Untersuchungsmaterial

Als Untersuchungsmaterial dienten 40 Kehlköpfe von ein- bis dreißigjährigen, frisch geschlachteten oder euthanisierten, ausschließlich larynxgesunden Warmblutpferden (Abb.1). Aus diesen 40 Kehlköpfen wurde jeweils der linke und rechte Processus muscularis aus dem Cricoarytaenoidgelenk exartikuliert und von allen Sehnen- und Muskelanteilen freipräpariert. Jede der 40 Proben wurde sofort einzeln vakuumverpackt, bis zur Versuchsdurchführung bei -20° Celsius tiefgefroren und 24 Stunden vor Versuchsbeginn bei Raumtemperatur aufgetaut.

Implantationstechnik

Unmittelbar vor Beginn der Zugprüfung wurde mit Hilfe einer Einmalkanüle (1.80 x 60 mm) in den jeweils rechten und linken Processus muscularis 1 cm distal des Muskelansatzes des Musculus cricoarytaenoideus dorsalis ein Kanal gestanzt. Der Abstand zwischen Ein- und Ausstich betrug 1cm und die Stichführung erfolgte parallel zur Längsachse des Cricoarytaenoidgelenkes. Dieser Kanal diente als Nahtlager für das aus 6 metric Mersilene® bestehende Implantat. Das Implantat wurde mit Hilfe einer feinen Häkelnadel in den Processus muscularis eingebracht (Abb.2).

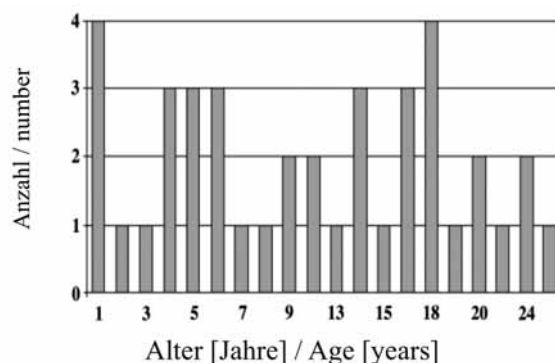


Abb 1 Altersverteilung der Pferde (n = 40), Age distribution

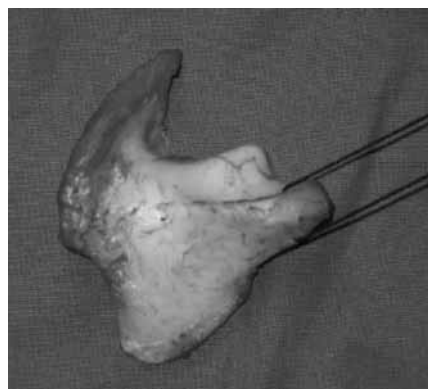


Abb 2 isoliertes Arytaenoid mit Implantat im Processus muscularis. Specimen prepared for testing.

Mechanische Tests/Untersuchungen

Die biomechanischen Zugprüfungen wurden separat an dem linken und rechten Processus muscularis des Aryknorpels mit dem Zwick-Materialprüfgerät¹ der Firma tBU GmbH² durchgeführt. Hierbei wurden auf das fixierte Implantat solange nach dorsal gerichtete progressive Zugkräfte ausgeübt bis hieraus der Ausriss des Fadens resultierte. Zur Fixation des Aryknorpels in diesem Zwick-Materialprüfgerät wurde ein spezielles Stahlgehäuse von der Firma Ethicon GmbH & Co KG³ konstruiert (Abb. 3). Für die Zugversuche befand sich der Aryknorpel in diesem Stahlgehäuse wobei die beiden freien Fadenenden der implantierten Prothese durch die schlitzförmige Dachöffnung des Stahlgehäuses gezogen wurden. Die beiden freien Fadenenden wurden parallel zueinander, in proximaler Richtung, in dem oberen Probenhalter des Zwick-Materialprüfgerätes fixiert. Das Stahlgehäuse selbst wurde in dem unteren Probenhalter befestigt. Es dien-

te als Widerstand für den durch die seitliche Gehäuseöffnung eingelegten Aryknorpel (Abb.3). Die Einspannlänge, das heißt der tatsächliche Abstand zwischen dem oberen Probenhalter und dem Stahlgehäuse, betrug 98,08 mm. Eine eingesetzte Vorkraft von zwei N ($1 \text{ N} = 1 \text{ mkg/sec}^2$) übte proximal gerichtete Zugkräfte auf die beiden freien Fadenenden aus, so dass die Fäden gleichmäßig gespannt waren und der Knorpel festen Kontakt mit dem Dach des Stahlgehäuses hatte. Diese Vorkraft wurde mit einer Geschwindigkeit (Vorkraftgeschwindigkeit) von 10 mm pro Minute erreicht. Bei der eigentlichen Zugprüfung wurden diese Zugkräfte mit einer Geschwindigkeit von 25 mm pro



Abb 3 Stahlgehäuse zur Fixierung der Knorpel
Steel construction to fix the arytenoid

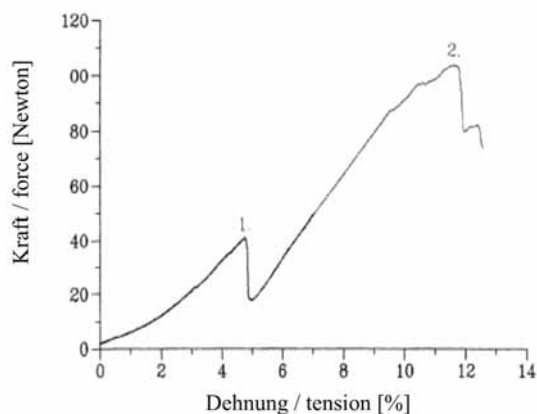


Abb 4 Dieses Kraft-Dehnungs-Diagramm der Probe Nr. 28 der rechten Aryknorpel zeigt ein erstes partielles Nachgeben (Einreißen) des Knorpels an seinem ersten Peak (1) gefolgt von steigender Knorpelhaltekraft und vor dem vollständigen Ausriss (2) des Implantats aus dem Processus muscularis.

Load displacement graph showing partial muscular process failure at the first peak (1) followed by increased cartilage retention strength before complete muscular process failure (2).

Minute dann so lange auf die implantierte Prothese ausgeübt, bis die Kraftabschaltsschwelle von 30 N erreicht wurde. Für jeden Processus muscularis wurde ein eigenes Kraft-Dehnungs-Diagramm (Abb. 4 und 5) aufgezeichnet. Hieraus wurden die folgenden Werte entnommen:

- Kraft [N] beim Ausriss des Implantats aus dem Processus muscularis
- Dehnung [%] des Knorpels beim Ausriss des Implantats aus dem Processus muscularis

- Kraft [N] beim ersten partiellen Einreißen / Nachgeben des Processus muscularis
- Dehnung [%] beim ersten partiellen Einreißen des Processus muscularis

Statistische Auswertung

Alle Zugversuche wurden unter Verwendung des Statistikprogrammpaketes BMDP/Dynamic, Release 7.0⁴ durchgeführt. Die Untersuchung des Alterseinflusses auf die Knorpelstabilität erfolgte mit Hilfe von Korrelations- und Regressionsana-

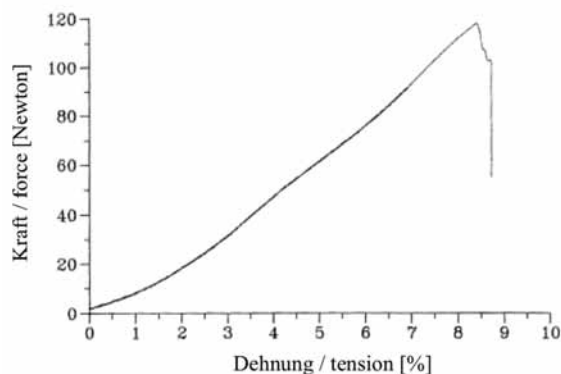


Abb 5 Dieses Kraft-Dehnungs-Diagramm zeigt bei ansteigender Belastung eine gleichmäßige Dehnung des Processus muscularis bis zu seinem völligen Ausriss.

Load displacement graph showing uniform displacement during loading followed by complete muscular process failure.

lysen mit dem Programm BMDP6D unter Angabe des Korrelationskoeffizienten (r) und der Regressionsgeraden ($y = m \cdot x + b$). Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Diagrammprofilen mit multiplen Einriß-Peaks und dem Alter wurde mit Hilfe der logistischen Regression (Programm BMDPLER) durchgeführt, wobei das Alter wegen seiner rechtschiefen Verteilung logarithmisch transformiert wurde.

Zum Vergleich des rechten und linken Processus muscularis in Bezug auf die Stabilität und Elastizität wurde der t-Test für abhängige Stichproben im Programm BMDP3D durchgeführt. Bei der Benennung von Signifikanzen wurde der p-Wert angegeben und folgende Bezeichnungen verwendet: $P < 0,05$ = signifikant, $P > 0,05$ = nicht signifikant.

Alle hier gezeigten graphischen Abbildungen wurden mit dem Programm PlotT, Version 2.0 erzeugt.

Ergebnisse

In dieser Versuchsreihe konnten zwei unterschiedliche Verläufe der Kraft-Dehnungsdiagramme festgestellt werden (siehe Abb. 4 und 5). 27 Proben zeigten eine gleichförmige Dehnung [33.75%] des Knorpels bei steigender Zugkraftwirkung bis zum vollständigen Ausriss des Implantats aus dem Processus muscularis (siehe Abb.5). Die für einen vollständigen Ausriss des Implantats benötigte Kraft [N] betrug durchschnittlich 131,32 N für den linken und 113,13 N für den rechten Processus muscularis.

Tab 1 Ermittelte Daten für den linken Processus muscularis. *Results of the left processus muscularis.*

Probe Specimen	Alter Age	Kraft [N] bis zum ersten partiellen Nachgeben Force [N] until the first partial muscular process failure	Kraft [N] bis zum Ausriss Force [N] until complete cartilage failure	Dehnung [%] bis zum Ausriss Tension [%] until complete cartilage failure
1	1	77	83,22	7,4
2	1	69	97,89	6,2
3	1	71	107,75	6,4
4	1	81	111,59	8,3
5	2	51	139,75	6,2
6	3	99	100,98	7,4
7	4	113	117,36	10,6
8	4	130	131,78	8,9
9	4	98	185,87	8,7
10	5	106	171,68	7,6
11	5	86	110,48	9,3
12	5	94	146,52	5,9
13	6	79	156,46	8,5
14	6	68	148,64	5,7
15	6	108	186,46	11,3
16	7	99	115,01	11,1
17	8	86	134,42	7,6
18	9	75	75,35	7,4
19	9	16	113,7	3,8
20	12	69	183,2	6,1
21	12	80	117,95	6,3
22	12	66	211,53	5,9
23	13	55	142,65	7,2
24	14	55	151,7	5,5
25	14	82	103,23	8,2
26	15	86	186,51	6,6
27	16	84	220,84	7,7
28	16	82	153,57	7,7
29	16	23	105,89	2,2
30	18	83	110,01	8,2
31	18	147	150,03	9,7
32	18	80	80,54	8,1
33	18	83	96,8	7,6
34	19	73	123,12	6,2
35	20	38	127,14	5,3
36	20	77	88,1	6,9
37	21	14	107,45	2,4
38	24	66	143,97	5,9
39	24	60	117,56	6,4
40	30	91	96,42	8,3
X		77,5	131,32	7,16
S		26,65	35,81	3,89

Bei den anderen 53 Knorpelproben (66.25%) konnte ein erstes partielles Nachgeben (Einreißen) des Knorpels an einem initialen Peak im Kraft-Dehnungs-Diagramm beobachtet werden. Es folgte eine steigende Knorpelhaltekraft sowie weitere Einriss-Peaks bevor es zu einem vollständigen

Ausriss des Implantats aus dem Processus muscularis kam (Abb. 4).

Die Durchschnittliche Kraft [N] beim ersten partiellen Nachgeben (Einreißen) des linken Processus muscularis betrug 77,50 N und 75,65 N für den rechten. Im Hinblick auf die

Tab 2 Ermittelte Daten für den rechten Processus muscularis. *Results of the right processus muscularis..*

Probe Specimen	Alter Age	Kraft [N] bis zum ersten partiellen Nachgeben Force [N] until the first partial muscular process failure	Kraft [N] bis zum Ausriss Force [N] until complete cartilage failure	Dehnung [%] bis zum Ausriss Tension [%] until complete cartilage failure
1	1	57	155,89	17,61
2	1	106	114,62	10,31
3	1	89	137,35	16,6
4	1	82	139,57	14,24
5	2	61	148,41	12,66
6	3	43	139,35	13,53
7	4	72	77,24	8,08
8	4	116	116,28	9,12
9	4	109	110,35	9,25
10	5	124	126,32	10,06
11	5	71	121,33	13,06
12	5	92	167,12	14,94
13	6	81	91,29	7,39
14	6	113	113,7	11,94
15	6	124	127,84	8,43
16	7	108	108,43	12,49
17	8	76	127,02	11,8
18	9	25	102,35	8,87
19	9	123	124,57	9,07
20	12	16	81,53	11,32
21	12	97	99,22	6,61
22	12	60	158,71	12,8
23	13	80	148,61	19,6
24	14	64	79,24	7,66
25	14	88	113,91	11,08
26	15	103	103,62	8,02
27	16	54	126,99	13,21
28	16	40	104,31	11,76
29	16	40	91,82	11,94
30	18	54	154,27	13,97
31	18	93	95,49	7,09
32	18	40	51,25	6,78
33	18	65	87,96	12,37
34	19	97	97,66	8,92
35	20	57	110,77	15,85
36	20	50	101,23	10,49
37	21	59	90,05	11,34
38	24	82	82,89	7,06
39	24	32	113,6	15,66
40	30	83	83,03	10
X		75,65	113,13	11,31
S		28,63	26	3,14

einen vollständigen Ausriss des Implantats aus dem Knorpel verursachende notwendige Kraft [N] wies der linke Processus muscularis eine signifikant ($p=0,0071$) größere Stabilität auf als der rechte. Auch die Dehnung [13.56%] bis zum vollständigen Ausriss des Implantats aus dem linken Processus

muscularis war signifikant ($p=0,0039$) größer als beim rechten Muskelfortsatz.

Der Einfluss des Alters der Pferde auf die bis zum vollständigen Ausriss notwendige Kraft [N] war für den linken Processus muscularis nicht signifikant. Für den rechten Muskelfortsatz

war hingegen eine signifikante ($p=0,002$) Altersabhängigkeit nachzuweisen. Die Steigung [m], der für den rechten Knorpel erstellten Regressionsgeraden, war negativ ($m=-1,2705$) und kennzeichnete den durchschnittlichen Abfall der bis zum ersten partiellen Nachgeben (Einreißen) notwendigen Kraft [N] pro Lebensjahr (Abb.6). Für den linken Processus muscularis ließ sich diese Altersabhängigkeit nicht feststellen (Abb.7).

Der Einfluss des Alters der Pferde auf das erste partielle Nachgeben (Einreißen) des Processus muscularis war nicht signifi-

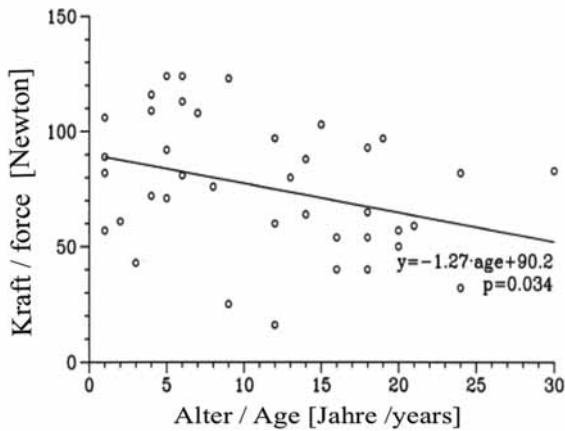


Abb 6 Die Neigung der Regressionsgeraden ist für den rechten Processus muscularis negativ. Sie zeigt die durchschnittliche Verminderung der benötigten Kraft pro Jahr bis zu einem ersten partiellen Nachgeben.

The slope of regression line prepared for the right cartilage was negative and characterized the average decline of the force required until the first partial failure per year of life.

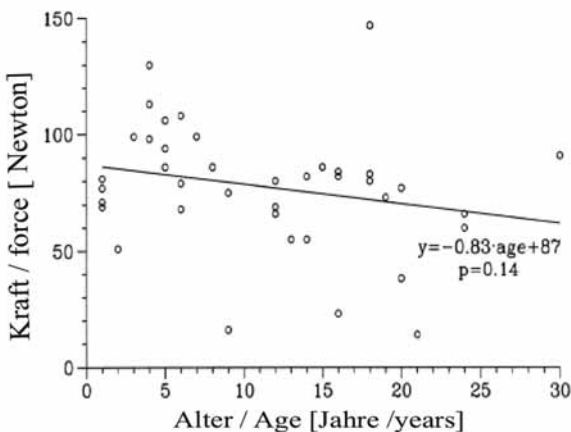


Abb 7 Regressionsgerade für den linken Processus muscularis. Hier bestand kein signifikanter Einfluß des Alters auf ein erstes partielles Nachgeben des Processus muscularis.

Regression line prepared for the left muscular process. There was no significant influence of age on the first partial muscular process failure.

kant für den linken und signifikant ($p=0,034$) für den rechten Muskelfortsatz. Die Steigung [m], der für den rechten Knorpel in Bezug auf ein völliges Ausreißen erstellten Regressionsgeraden, war negativ ($m=-1,6560$) und kennzeichnete den durchschnittlichen Abfall, der bis zum vollständigen Ausriss notwendigen Kraft [N] pro Lebensjahr (Abb. 8). Für den linken Processus muscularis konnte eine Tendenz festgestellt werden, dass mit zunehmendem Alter der Pferde die Häufigkeit des Auftretens eines Diagrammprofils mit multiplen Ein-

riss-Peaks, und somit das Auftreten eines ersten partiellen Nachgebens (Einreißen) zunimmt (Abb. 9). Diese Zunahme war jedoch nicht signifikant ($p=0,067$).

Diskussion

Die in dieser Studie ermittelten Kräfte, welche ein akutes mechanisches Versagen des Implantates verursachen, übersteigen die erreichbare manuelle Zugkraft während einer

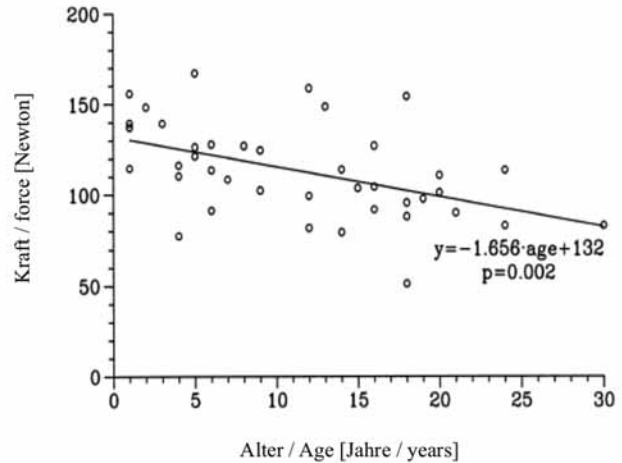


Abb 8 Die Regressionsgerade für den rechten Processus muscularis ist negativ. Sie verdeutlicht die signifikante Verringerung der benötigten Kraft bis zum völligen Ausreißen des Implantats aus dem Processus muscularis pro Jahr.

The slope of regression line prepared for the right cartilage was negative and characterized the average decline of the force required until complete cartilage failure per year of life.

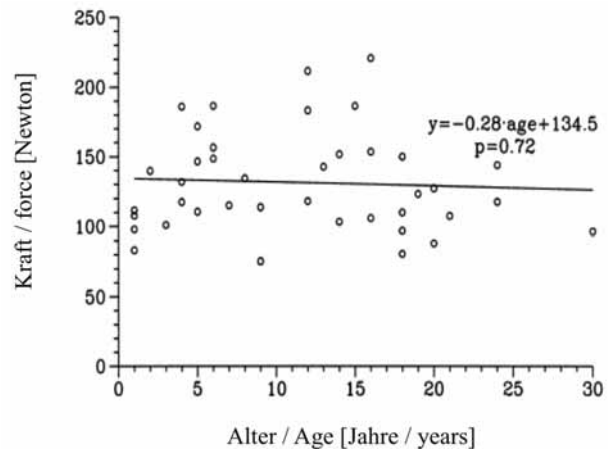


Abb 9 Regressionsgerade für den linken Processus muscularis. Hier bestand kein signifikanter Einfluß des Alters auf das völlige Ausreißen des Implantats aus dem Processus muscularis.

Regression line prepared for the left muscular process. There was no significant influence of age on the force required until complete cartilage failure.

Operation um das sechsfache. Jedoch konnten bei 53 Aryknorpeln bereits bei der Hälfte der maximalen Knorpelhaltekraft ein partielles Nachgeben des Processus muscularis festgestellt werden. Diese Kräfte (links 77,5 N und rechts 75,65 N) können durch den manuellen Zug des Chirurgen an der Prothese entstehen. Zur Vorbeugung eines dynamischen Kol-

lapses des Aryknorpels sowie zur Beseitigung einer Obstruktion des oberen Respirationstraktes ist die maximale Abduktion des Aryknorpels nicht erforderlich. Das Erreichen einer intermediären Stellung des Aryknorpels ist bereits ausreichend, um dessen Adduktion während einer forcierten Inspiration zu Verhindern. Da die hierfür aufzuwendende Kraft geringer ist, wird das Versagen der Laryngoplastik aufgrund eines ersten partiellen Nachgeben des Processus muscularis vermutlich nicht auftreten. Ursächlich für das erste partielle Nachgeben und das Ausreißen sind möglicherweise indivi-

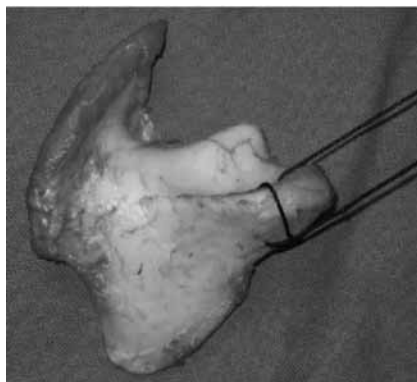


Abb 10 Aryknorpel mit doppelter Schlingenführung des Implantats *Double loop implantation*.

duelle und altersbedingte Unterschiede in der Zell-, Faser-, und Matrixstruktur, insbesondere im Randbereich des Knorpels. Orsini et al. haben bereits 1989 mit steigendem Alter signifikant zunehmende Mineralisationsvorgänge im Processus muscularis nachgewiesen.

Ebenso reduzieren entstehende Mikrofissuren im Knorpel dessen Resistenz gegenüber dem Implantat. Rossignol et al. (2006) konnten keine signifikanten Unterschiede der Haltekraft in Abhängigkeit von der Implantationstechnik, mit einer einfachen Nadel oder einer Vorbohrung des Knorpels, feststellen. Jedoch weisen vorgebohrte Aryknorpel signifikant weniger Mikrofissuren auf (Rossignol et al. 2006).

Eine Verringerung der Haltekraft des Processus muscularis basiert nach Meinung der Autoren auf der Durchstechung einer zu geringen Knorpelmasse als Widerlager für das Implantat. So sollte nicht im Randbereich des Processus muscularis, bzw. zu nah am Ansatz des Musculus cricoarytaenoideus dorsalis implantiert werden. Eine Vergrößerung der Auflagefläche bzw. eine bessere Fixation des Implantats im Aryknorpel wird mit einer doppelten Schlingenführung erreicht (Abb.10). Bei der sogenannten „double-loop“-Technik wird der erste Kanal in den Processus muscularis 10mm kranial des Ansatzes des Musculus cricoarytaenoideus dorsalis platziert. Der zweite Kanal befindet sich mit mindestens 5 mm Abstand weiter kranial und parallel zum ersten. In vitro zeigt diese Methode eine signifikant erhöhte Haltekraft. Sie eignet sich besonders für ältere Pferde, deren Knorpel bereits eine geringere Elastizität und Haltekraft aufweist, oder Pferde, die zum wiederholten Male einer Laryngoplastik unterzogen werden müssen. In Bezug auf die altersabhängige Veränderung der Stabilität zeigt speziell der linke Processus muscularis mit zunehmendem Alter der Pferde die Tendenz zu multiplen Einriss-Peaks. Diese Zunahme der multiplen Einriss-Peaks des linken Processus muscularis könnte mit steigendem

Operationsalter der Patienten ein vermehrtes Auftreten der endoskopisch feststellbaren Aryknorpelrelaxation, ohne einen völligen Ausriss des Implantats, bedingen. Jedoch ist die Haltekraft des linken Processus muscularis signifikant größer. Warum der rechte Processus muscularis im Vergleich mit zunehmendem Alter eine signifikante Abnahme der Haltekraft ($p=0,002$) erkennen lässt, ist unklar. Möglicherweise handelt es sich um eine phylogenetische, anatomische Besonderheit. Der rechte Processus muscularis könnte kleiner sein als der linke, so dass der Ossifikationskern einen relativ größeren Knorpelbereich einnimmt und so an Haltekraft gegenüber der Prothese verliert.

Auf Grund des Vergleiches der Knorpelstabilität und Elastizität von Pferden aller Altersgruppen sollten betroffene Pferde aus chirurgischer Sicht möglichst früh, das heißt auch schon im Alter von ein- und zwei Jahren operiert werden.

Hersteller

- ¹ Zwick GmbH & Co KG, August-Nagel-Straße 11, 89079 Ulm, Germany
- ² Firma tBU GmbH, Gutenbergstraße 29, 48268 Greven, Germany
- ³ Ethicon GmbH & Co KG, Robert-Koch-Straße 1, 22851 Norderstedt, Germany
- ⁴ BMDP Statistical Software Inc., 12121 Wilshire Blvd., Ste 300, Los Angeles, CA 90025

Literatur

- Bathe A. P. (1993): Left laryngeal hemiplegia in the horse: a survey of diagnostic criteria and management practices employed by 20 veterinary surgeons in Europe. *Equine vet. Educ.* 5, 84-85
- Boswell J. C., Schramme M. C., Schumacher J. und Wilson A. M. (2000): An in vitro study of two surgical variables for suture placement through the muscular process of the arytenoids cartilage for prosthetic laryngoplasty in the horse. 9th Annual Scientific Meeting, European College of Veterinary Surgeons, Proceedings 168-170
- Cahill J. I. und Goulden B. E. (1987) The pathogenesis of equine laryngeal hemiplegia - a review. *New Zeal. vet. J.* 35, 82-90
- Cook W. R. (1970) A comparison of idiopathic laryngeal paralysis in man and horse. *J. Laryng. Otol.* 84, 819-835
- Dean P. W., Nelson J. K. und Schumacher J. (1990): Effects of age and prosthetic material on in vitro cartilage retention of laryngoplasty prosthesis in horses. *Am J Vet Res* 51, 114-117
- Honnas C., Schumacher J. und Dean P. W. (1990): Laryngeal hemiplegia in horses: Diagnosis and surgical management. *Vet. Med.* 752-763
- Marks D., Mackay-Smith M. P., Cushing L. S. und Leslie J. A. (1970b): Use of Prosthetic Device for Surgical Correction of Laryngeal Hemiplegia in Horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 157, 157-163
- Orsini P. G., Raker C.W., Reid C. F. und Mann P. (1989): Xeroradiographic evaluation of equine larynx. *Am J Vet Res* 50, 845-849
- Robertson J. T. (2000): Laryngoplasty: a novel prosthesis. *Equine vet. J.* 32, 5-6
- Rossignol F., Perrin R., Desbrosse F. und Elie C. (2006) In vitro comparison of two techniques for suture prosthesis placement in the muscular process of the equine arytenoids cartilage. *Vet. Surg.* 35, 49-54

Dr. I. Boening
Tierärztliche Klinik für Pferde Telgte
Kiebitzpohl 35
48291 Telgte
boening@tierklinik-telgte.com