

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der allgemeinen und speziellen klinischen Untersuchung

Ergebnisse der Allgemeinuntersuchung

Zwischen den drei Gruppen wurden weder im Test nach Kruskal-Wallis (KWT), für den Vergleich von mehreren Gruppen, noch mit dem nach Mann-Whitney U (MWUT), für den Vergleich von zwei Gruppen, signifikante Unterschiede im Alter und Gewicht der untersuchten Pferde ermittelt.

Tabelle 14: Mediane des Alters und Gewichtes in den Gruppen 1 bis 3

| | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 |
|----------------|-------|-------|-------|
| Alter [Jahren] | 13,5 | 9,0 | 13,5 |
| Gewicht [kg] | 580,0 | 575,0 | 519,5 |

Die Herzfrequenz während der Echokardiographie der Patienten unterschied sich im KWT nicht signifikant voneinander. Der Median der Gr. 1 wurde mit 40 Schlägen/Min., von Gr. 2 mit 38 Schlägen/Min. und Gr. 3 mit 44 Schlägen/Min. ermittelt. Die Atemfrequenz unterschied sich im KWT signifikant mit $p = 0,001^*$ und die *Abbildung 16* zeigt ihre Erhöhung bei lungenkranken Pferden deutlich (Gr. 1 = 14, Gr. 2 = 16, Gr. 3 = 28 Züge/Min).

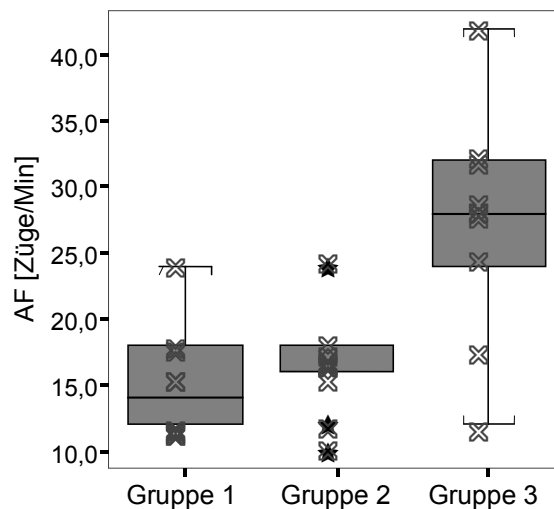


Abbildung 16: Boxplots der Atemfrequenz (AF), Grafikbeschreibung s. S. 44

Die Rektaltemperatur unterschied sich im Gruppenvergleich nicht bedeutend. Bei allen Pferden lag die kapilläre Wiederfüllungszeit unter 2 sec. Nur bei Patient 24 und 39 war sie auf 4 sec verlängert.

Ergebnisse der speziellen Untersuchung des Atmungsapparates

Die spezielle Untersuchung des Atmungstraktes ergab bei den Patienten eine Reihe von Abweichungen gegenüber den lungengesunden Kontrolltieren in Gr. 1. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Kreuztabellen dargestellt. Die Zahlen geben an, wie oft eine Merkmalsausprägung in den Gruppen vorgekommen ist. Im rechten Teil der Tabelle wer-

den die Signifikanzen angegeben, welche sich im MWU Test für die Gruppen 2 und 3 im Vergleich zur Kontrollgruppe ergeben haben.

Alle Patienten zeigten eine signifikante Leistungsminderung. Diese war mit zunehmendem Erkrankungsgrad stärker ausgeprägt (*Tabelle 15*).

Tabelle 15: Kreuztabelle zu den Befunden der vorberichtl. Leistungsminderung, Gruppenvergleich

| Ausprägungen von: vorberichtl. Leistungsminderung | Gruppe | | | N | Gr. 1 gegen | Signifikanzniveau im MWUT |
|--|--------|----|----|----|----------------|------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| keine Leistungsminderung | 9 | 0 | 0 | 9 | Gr. 2 | 0,001* |
| geringgradige Leistungsminderung | 1 | 9 | 3 | 13 | Gr. 3 | <0,001* |
| höhergradige Leistungsminderung | 0 | 1 | 7 | 8 | | |
| N | 10 | 10 | 10 | 30 | | |

Die Pferde der Gr. 1, 7 aus Gr. 2 und 1 Patient in Gr. 3 zeigten eine unveränderte Atemmechanik. Eine geringgradige Ruhedyspnoe hatten 3 Patienten aus Gr. 2 und 2 aus Gr. 3. Höhergradige Dyspnoe kam bei 7 Pferden der Gr. 3 vor. Der MWUT erbrachte im Vergleich zu Gr. 1 ein $p = 0,028^*$ für Gr. 2 und $p < 0,001^*$ für Gr. 3. Nasenausfluss zeigten 12/20 der lungenkranken Pferde. Das Signifikanzniveau wurde im MWUT von Gr.3 gegen 1 mit $p = 0,007$ unterschritten. Die Perkussion der Lunge war signifikant mit $p < 0,001^*$ im MWUT bei Gruppe 3 verändert. Sie ergab bei allen Pferden der Gr. 1 und 2 und bei einem Patienten aus Gr. 3 normale Lungengrenzen. Eine Erweiterung ≤ 3 fingerbreit wurde bei 9 Tieren aus Gr. 3 gefunden. Die Lungenauskultation erbrachte bei allen Patienten mit Lungenerkrankungen, bis auf Patient 22 und 23, bedeutsam verschärfte Atemgeräusche (*Tabelle 16*).

Tabelle 16: Kreuztabelle zu den Befunden der Lungenauskultation im Gruppenvergleich

| Ausprägungen von: Lungenauskultation | Gruppe | | | N | Gr. 1 gegen | Signifikanzniveau im MWUT |
|---|--------|----|----|----|----------------|------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| normale Atemgeräusche | 9 | 2 | 0 | 11 | Gr. 2 | 0,007* |
| verschärft, vesikuläres Geräusch | 1 | 8 | 6 | 15 | Gr. 3 | <0,001* |
| Rasseln, Giemen | 0 | 0 | 4 | 4 | | |
| N | 10 | 10 | 10 | 30 | | |

Alle Pferde mit Pneumopathien hatten eine signifikant erhöhte Sekretmenge in der Trachea und die Sekretbeschaffenheit war bei allen Patienten charakteristisch im Sinne einer Viskositätszunahme verändert (*Tabelle 17* und *Tabelle 18*, S. 47). Das entnommene Tracheobronchialsekret zeigte ebenfalls bei allen lungenkranken Pferden signifikante Abweichungen von den Kontrollen sowohl im KWT ($p < 0,001^*$) als auch im MWUT ($p = 0,002^*$, $p < 0,001^*$)

Tabelle 17: Kreuztabelle der Befunde der Sekretmenge in der Endoskopie, Gruppenvergleich

| Ausprägungen von: Sekretmenge | Gruppe | | | N | Gr. 1 gegen | Signifikanzniveau im MWUT |
|----------------------------------|--------|----|----|----|----------------|------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| wenig Sekret | 10 | 0 | 0 | 10 | Gr. 2 | <0,001* |
| leicht vermehrtes Sekret | 0 | 8 | 1 | 9 | Gr. 3 | <0,001* |
| Sekretseebildung | 0 | 2 | 2 | 4 | | |
| geschlossene Sekretstraße | 0 | 0 | 7 | 7 | | |
| N | 10 | 10 | 10 | 30 | | |

Tabelle 18: Kreuztabelle der Befunde der Sekretbeschaffenheit aus dem TBS, Gruppenvergleich

| Ausprägungen von: Sekretbeschaffenheit | Gruppe | | | N | Gr. 1 gegen | Signifikanzniveau im MWUT |
|---|--------|----|----|----|----------------|------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| seröses Sekret | 10 | 1 | 0 | 11 | Gr. 2 | <0,001* |
| muköses Sekret | 0 | 1 | 3 | 4 | Gr. 3 | <0,001* |
| einzelne Sekretflocken | 0 | 5 | 2 | 7 | | |
| pappige Flocken, Plaques | 0 | 3 | 5 | 8 | | |
| N | 10 | 10 | 10 | 30 | | |

Ergebnisse der labordiagnostischen Untersuchung

Die Untersuchung der arteriellen Blutproben zeigte bei allen Pferden der Gruppe 2 und 3 einen im Vergleich zu Gr. 1 erniedrigten Sauerstoffpartialdruck in Ruhe. Das Signifikanzniveau im KW-Test wurde mit $p = 0,001^*$ unterschritten. Auch der Sauerstoffpartialdruck nach Belastung war bei allen Patienten gesenkt, wobei 9 lungenkranke Patienten nicht belastet werden konnten (*Abbildung 17*).

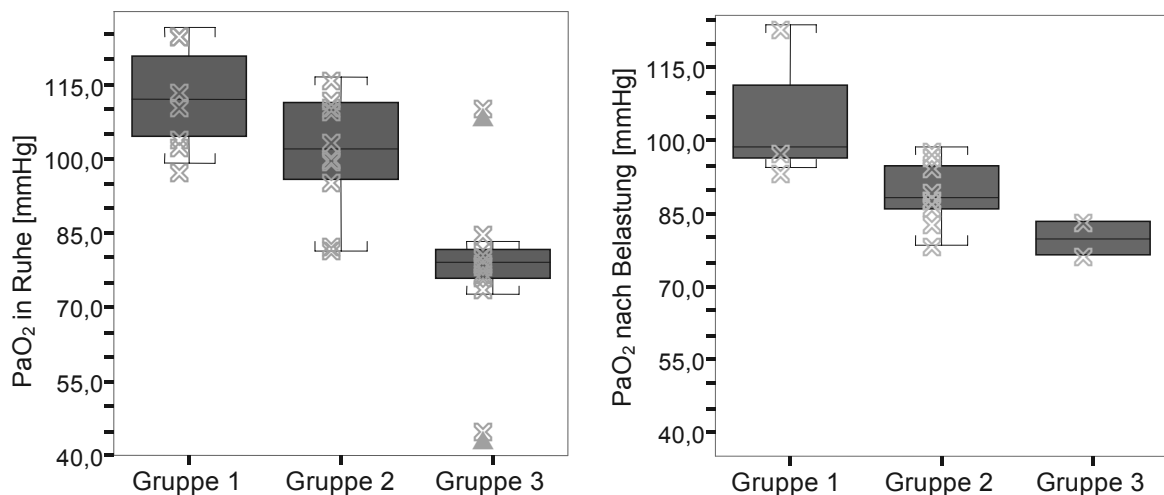


Abbildung 17: Boxlot des Sauerstoffpartialdrucks (PaO₂) in Ruhe und nach Belastung, Grafikbeschreibung s. S. 44

Der Kohlendioxidpartialdruck in Ruhe (PaCO₂) erhöhte sich in Gr. 3 tendenziell gegenüber Gr. 1 und 2. Die alveoloarterielle Sauerstoffdifferenz in Ruhe (AaDO₂) stieg bei Pferden mit Pneumopathien signifikant im KWT $p = 0,001^*$ an (*Abbildung 18*, S. 48).

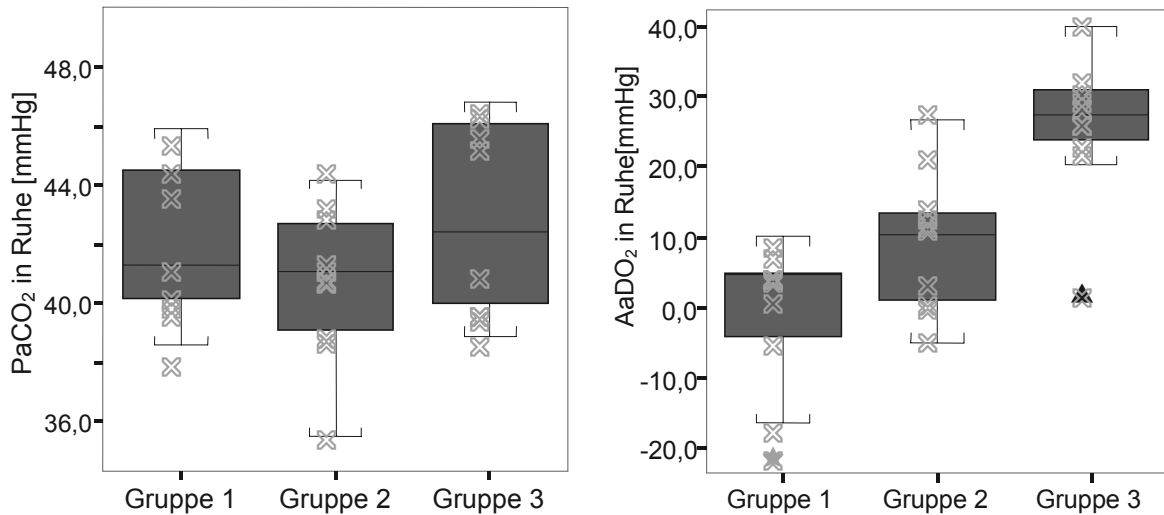


Abbildung 18: Boxplots des Kohlendioxidpartialdrucks (PaCO₂) in Ruhe und der alveoloarteriellen Sauerstoffdifferenz in Ruhe (AaDO₂), Grafikbeschreibung s. S. 44

4.2 Ergebnisse der echokardiographischen Untersuchung

Die Herzuntersuchung in der RKDLA im B-Mode offenbarte bei den Patienten 20, 30, 31 und 39 einen verzögerten Klappenschluss der Mitralklappe. Sie schloss erst auf Höhe der R-Zacke im EKG und nicht auf der Q-Zacke, wie es physiologisch ist.

4.2.1 Ergebnisse der Kardiometrie

Die Herzdimensionen wurden im B-Mode in der RKDLA und in der RKRLA gemessen. Beim Vergleich der Kontrollgruppe mit den lungenkranken Pferden der Gr. 2 und 3 ergaben sich erhöhte Mediane für die Rechtsherzparameter: rechtes Atrium (RAD), freie rechte Ventrikelwand (RVW), A. pulmonalis (PAD), Valva pulmonalis (PAD_{PV}) und für die Querschnittsfläche der Pulmonalklappe (CSA PK) (*Tabelle 19*). Die Parameter des linken Herzens wurden im Gruppenvergleich von 1 nach 3 kleiner. Signifikant verändert waren im MWUT für den Vergleich der Gr. 1 mit Gr. 3 der PAD ($p = 0,016^*$), das linke Atrium (LAD) ($p = 0,016^*$), der linke Ventrikel (LVD) ($p = 0,034^*$), die Mitralklappe (LAD_{MV}) ($p = 0,007^*$) und der Aortensinus (AoD) ($p = 0,028^*$) ermittelt. Die myokardiale Verkürzungsfraction FS%, ein Maß der Kontraktilität des Herzens, war bei lungenkranken Pferden erhöht. Der Median der Kontrollgruppe war 35,4%, bei Gr. 2 36,3% und bei Gr. 3 38,3%.

Tabelle 19: Gruppenvergleich der Mediane des Durchmessers des RAD, des RVD und der RVW, des PAD, des PAD_{PV}, der CSA PK, des LAD, des LVD, des LAD_{MV} und des AoD

| Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 | Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 |
|------------------------|-------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-------|
| RAD [cm] | 6,86 | 7,43 | 6,99 | LAD [cm] | 10,90 | 10,32 | 9,57 |
| RVD [cm] | 8,30 | 8,40 | 8,04 | LVD [cm] | 12,54 | 11,82 | 10,85 |
| PAD [cm] | 6,21 | 6,53 | 6,88 | LAD _{MV} [cm] | 10,10 | 9,54 | 8,81 |
| PAD _{PV} [cm] | 5,47 | 5,60 | 5,74 | AoD [cm] | 8,16 | 7,76 | 7,37 |
| CSA PK | 23,50 | 24,63 | 25,88 | RVW [cm] | 1,36 | 1,25 | 1,41 |

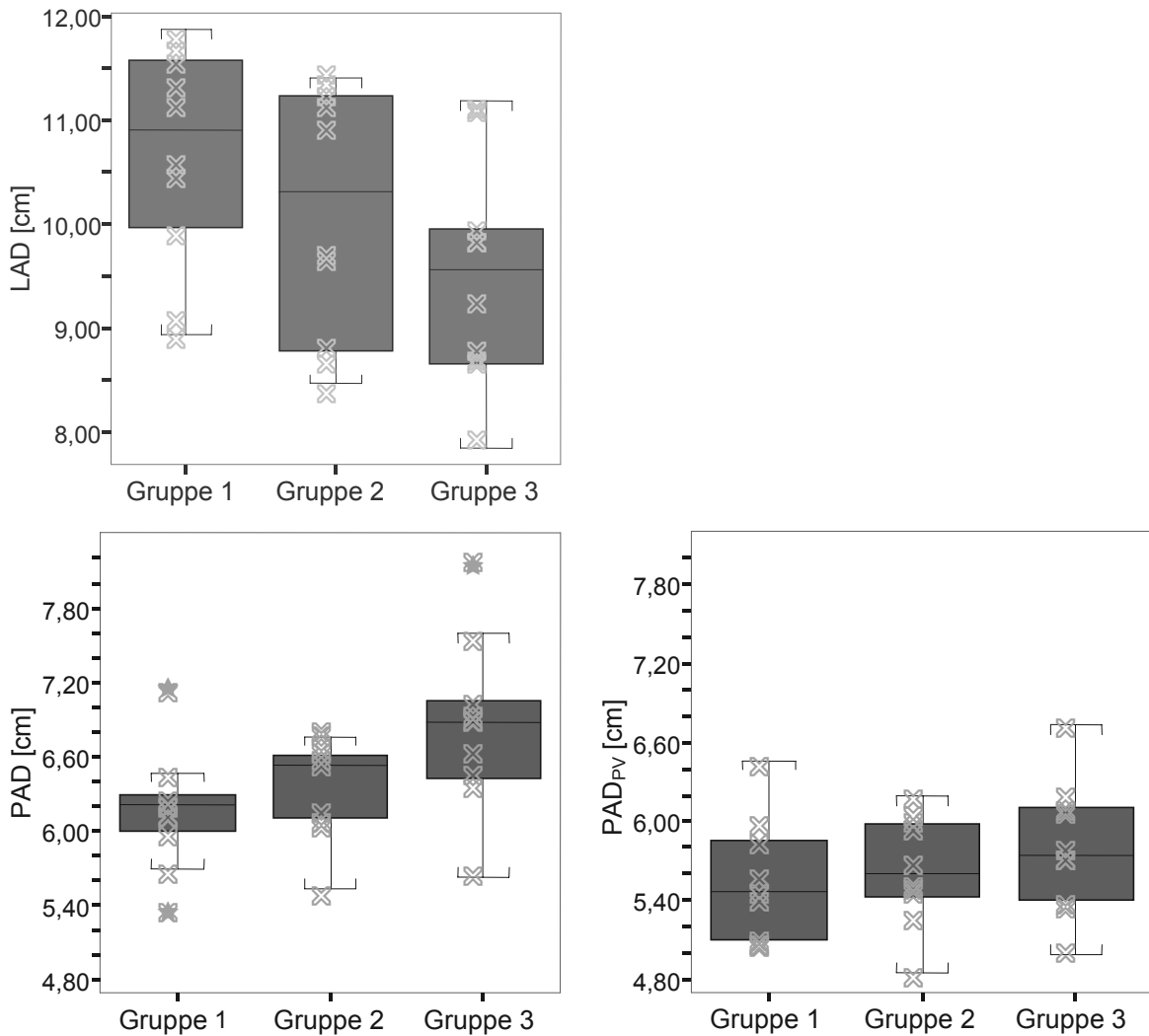


Abbildung 19: Boxplots des Durchmessers des linken Atriums (LAD), des Pulmonalarteriensinus (PAD) und des Pulmonalklappenrings (PAD_{PV}), Grafikbeschreibung s. S. 44

4.2.2 Ergebnisse der 2D-Farbdoppleruntersuchung der Herzklappen

Bei allen Pferden wurde mit dem 2D-Farbdoppler der Schluss der vier Herzklappen untersucht und wie in *Kapitel 3.3.5, S. 41* beschrieben, charakterisiert. In den Kreuztabellen ist angegeben, wie oft eine Ausprägung in einer Gruppe beobachtet wurde. Im rechten Teil sind die Signifikanzen des Gruppenvergleichs im U-Test nach Mann-Whitney (MWUT) angegeben.

Bei der Betrachtung der Klappen des rechten Herzens fiel auf, dass Regurgitationen oder sogar Insuffizienzen bei lungenkranken Patienten häufiger auftraten als bei gesunden Pferden. Der KW-Test ergab für den Insuffizienzgrad der Pulmonalklappe $p = 0,002^*$ und für den der Trikuspidalklappe $p = 0,022^*$ beim Vergleich aller Gruppen miteinander. So schloss die Valva pulmonalis bei 3/10 Patienten der Gr. 2, und bei 9/10 der Gr. 3 nicht vollständig (*Tabelle 20, S. 50*).

Ergebnisse

Tabelle 20: Kreuztabelle zu den Ergebnissen der Untersuchung der Pulmonalklappe

| Ausprägungen von: Insuffizienzgrad Pulmonalklappe | Gruppe | | | N | Gr. 1 gegen | Signifikanzniveau des MWUT |
|--|--------|----|----|----|----------------|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| vollständiger Klappenschluss | 7 | 7 | 1 | 15 | Gr. 2 | 1,000 |
| Pulmonalklappenregurgitation | 3 | 3 | 6 | 12 | Gr. 3 | 0,005* |
| ggr. Pulmonalklappeninsuffizienz | 0 | 0 | 3 | 3 | | |
| N | 10 | 10 | 10 | 30 | | |

An der Trikuspidalklappe waren ebenfalls bei den erkrankten Pferden signifikant mehr Rückflüsse auffällig. An dieser Klappe zeigten 7/10 Tiere der Gr. 2 und 3/10 der Gr. 3 systolische Flusssignale aus dem Ventrikel ins rechte Atrium (*Tabelle 21*).

Tabelle 21: Kreuztabelle zu den Ergebnissen der Untersuchung der Trikuspidalklappe

| Ausprägungen von: Insuffizienzgrad Trikuspidalklappe | Gruppe | | | N | Gr. 1 gegen | Signifikanzniveau des MWUT |
|---|--------|----|----|----|----------------|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| vollständiger Klappenschluss | 9 | 3 | 5 | 17 | Gr. 2 | 0,006* |
| Trikuspidalklappenregurgitation | 1 | 3 | 2 | 6 | Gr. 3 | 0,044* |
| ggr. Trikuspidalklappeninsuffizienz | 0 | 4 | 1 | 5 | | |
| hgr. Trikuspidalklappeninsuffizienz | 0 | 0 | 2 | 2 | | |
| N | 10 | 10 | 10 | 30 | | |

Für die Herzklappen der linken Seite gab es keine gruppenabhängigen Befundhäufungen. Signifikanz wurde weder im KWT mit $p = 0,451$ für die Aortenklappe und $p = 0,774$ für die Mitralklappe noch im MWUT erreicht, (*Tabelle 22 und Tabelle 23*).

Tabelle 22: Kreuztabelle zu den Ergebnissen der Untersuchung der Aortenklappe

| Ausprägungen von: Insuffizienzgrad Aortenklappe | Gruppe | | | N | Gr. 1 gegen | Signifikanzniveau des MWUT |
|--|--------|----|----|----|----------------|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| vollständiger Klappenschluss | 6 | 4 | 4 | 14 | Gr. 2 | 0,562 |
| Aortenklappenregurgitation | 2 | 5 | 1 | 8 | Gr. 3 | 0,218 |
| ggr. Aortenklappeninsuffizienz | 2 | 0 | 4 | 6 | | |
| mgr. Aortenklappeninsuffizienz | 0 | 1 | 0 | 1 | | |
| hgr. Aortenklappeninsuffizienz | 0 | 0 | 1 | 1 | | |
| N | 10 | 10 | 10 | 30 | | |

Tabelle 23: Kreuztabelle zu den Ergebnissen der Untersuchung der Mitralklappe

| Ausprägungen von: Insuffizienzgrad Mitralklappe | Gruppe | | | N | Gr. 1 gegen | Signifikanzniveau des MWUT |
|--|--------|----|----|----|----------------|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| vollständiger Klappenschluss | 7 | 9 | 8 | 24 | Gr. 2 | 0,358 |
| Mitralklappenregurgitation | 2 | 0 | 2 | 4 | Gr. 3 | 0,549 |
| mgr. Mitralklappeninsuffizienz | 1 | 0 | 0 | 1 | | |
| hgr. Mitralklappeninsuffizienz | 0 | 1 | 0 | 1 | | |
| N | 10 | 10 | 10 | 30 | | |

4.3 Ergebnisse der hämodynamischen Untersuchung im rechtsventrikulären Ausflusstrakt

Im rechtsventrikulären Ausflusstrakt wurden an drei Lokalisationen Messungen mit dem PW-Doppler durchgeführt und anschließend offline ausgewertet.

4.3.1 Ergebnisse der Messungen im RVAT vor der Valva pulmonalis (P1)

Während der Aufnahme des Blutflussprofils und bei der Auswertung wurde zunächst der qualitative Parameter der Wellenform bewertet (*Kapitel 2.6, S. 23*). Dafür ergab sich mit dem KWT $p = 0,002^*$ im Vergleich aller Gruppen an P1 (*Tabelle 24*).

Tabelle 24: Kreuztabelle für die Wellenformklassifizierung an P1

| Ausprägungen von: Wellenformklassifizierung an P1 | Gruppe | | | | Gr. 1 gegen | Signifikanzniveau des MWUT |
|--|--------|---|----|----|----------------|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | N | | |
| Systol.-diastolisch durchgehender Fluss | 3 | 8 | 10 | 21 | Gr. 2 | 0,022* |
| vollst. Systole, fehlendes Diastolenende | 5 | 2 | 0 | 7 | Gr. 3 | 0,002* |
| vollst. Systole, Diastole unverbunden | 1 | 0 | 0 | 1 | | |
| vollst. Systole, Diastolenanfang fehlt | 1 | 0 | 0 | 1 | | |
| N | 10 | 5 | 6 | 30 | | |

Die quantitative Auswertung erfolgte mit den in *Kapitel 2.6, S. 23* beschriebenen Flussparametern. Der Median der systolischen Spitzengeschwindigkeit (V_{max}) an P1 stieg bei lungenkranken Pferden tendenziell gegenüber der Kontrollgruppe. Die spätsystolische Spitzengeschwindigkeit (SV_{max}) war bei erkrankten Tieren ebenfalls erhöht (*Tabelle 25*).

Tabelle 25: Gruppenvergleich der Mediane der früh- (V_{max}) und spätsystolischen Spitzengeschwindigkeit (SV_{max}), der Pre Ejection Periode (PEP), der elektromechanischen Systole (EMS), der Ejection Time (ET), des Velocity Time Integrals (VTI) an P1

| Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 | Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 |
|-----------------|--------|--------|--------|------------|--------|--------|--------|
| V_{max} [m/s] | -0,956 | -1,079 | -0,992 | ET a [s] | 0,514 | 0,483 | 0,537 |
| SV_{max} | -0,539 | -0,752 | -0,594 | ET b [s] | 0,910 | 0,889 | 0,914 |
| PEP [s] | 0,067 | 0,083 | 0,074 | VTI a [cm] | 36,914 | 38,977 | 33,73 |
| EMS a [s] | 0,566 | 0,576 | 0,592 | VTI b [cm] | 55,847 | 55,536 | 52,194 |
| EMS b [s] | 0,957 | 0,958 | 1,002 | | | | |

Die Mediane der Pre Ejection Period (PEP) und der elektromechanischen Systole (EMS) stiegen mit zunehmendem Erkrankungsgrad der Pferde an (*Tabelle 25*). Für die Ejection Time (ET) sah die Entwicklung ähnlich aus, sie erhöhte sich. Die systolische Beschleunigung (A) des Blutflusses an P1 stieg in der Tendenz der Mediane für die lungenerkrankten Pferde, die Beschleunigungszeit (t_A) allerdings fiel (*Abbildung 20, S. 52*). Das Velocity Time Integral (VTI) war bei den Patienten der Gruppen 2 und 3 gegenüber der Kontrolle vermindert (*Abbildung 21, S. 52*).

Ergebnisse

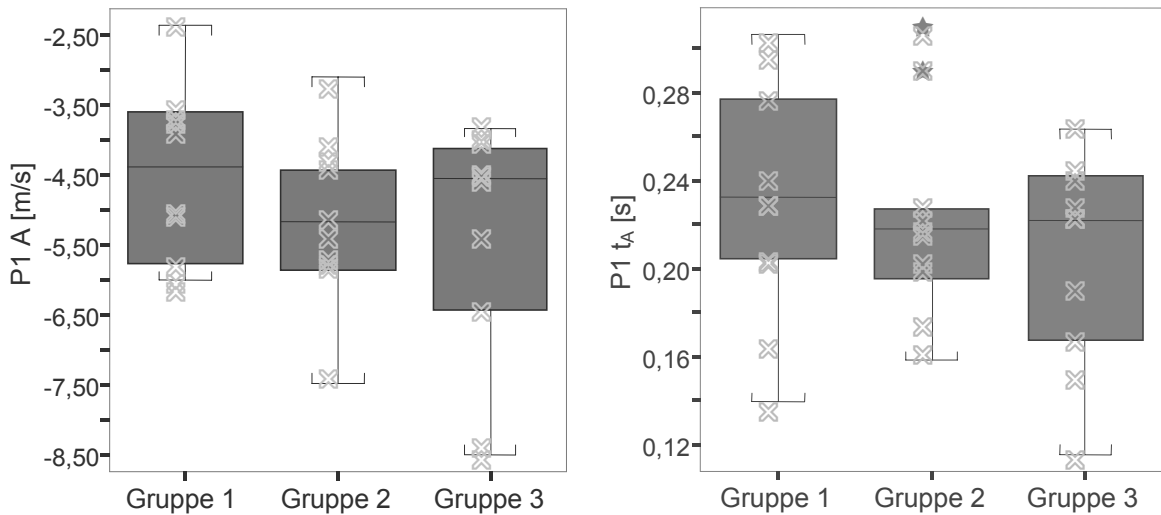


Abbildung 20: Boxplots der Beschleunigung (A) und ihrer Zeit (t_a) an P1, Grafikbeschreibung s. S.44

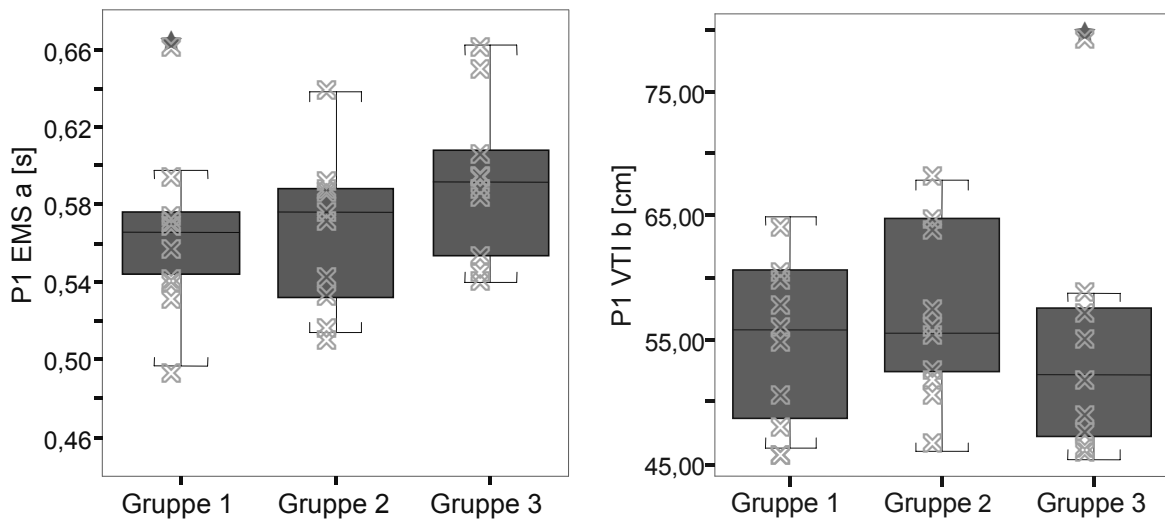


Abbildung 21: Boxplots der elektromechanischen Systole (EMS) und des Velocity Time Integrals (VTI) an P1, Grafikbeschreibung s. S. 44

4.3.2 Ergebnisse der Messungen in der Klappenebene der Valva pulmonalis (P2)

Die Wellenformklassifizierung an P2 ergab im KWT $p = 0,829$. Die Kreuztabelle gibt über die Befunde der Gruppen und das Signifikanzniveau des MWUT Auskunft (*Tabelle 26*).

Tabelle 26: Kreuztabelle der Wellenformklassifizierung an P2

| Ausprägungen von: Wellenformklassifizierung an P2 | Gruppe | | | | Gr. 1 gegen | Signifikanzniveau des MWUT |
|--|--------|----|----|----|----------------|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | N | | |
| Systol.-diastolisch durchgehender Fluss | 3 | 4 | 5 | 12 | Gr. 2 | 0,938 |
| vollst. Systole, fehlendes Diastolenende | 1 | 2 | 1 | 4 | Gr. 3 | 0,666 |
| vollst. Systole, Diastole unverbunden | 4 | 1 | 2 | 7 | | |
| vollst. Systole, Diastolenende fehlt, unver. | 1 | 0 | 0 | 1 | | |
| Systole ohne Diastole | 1 | 0 | 2 | 3 | | |
| vollst. Systole, Diastolenanfang fehlt | 0 | 3 | 0 | 3 | | |
| N | 10 | 10 | 10 | 30 | | |

Der Median der systolischen Maximalgeschwindigkeit (V_{max}) blieb relativ unverändert, aber im Vergleich zur Messlokalisation vor der Pulmonalklappe war der Median erhöht. Die spätsystolische Spitzengeschwindigkeit (SV_{max}) stieg bei lungenkranken Pferden im Vergleich zu den gesunden signifikant mit $p = 0,022^*$ im KWT (*Tabelle 27*). Obwohl der Median der RVAZ zwischen den Gruppen schwankte, stieg der Quotient $t_a:RVAZ$ an dieser Messlokalisation an (*Tabelle 27*). Das Geschwindigkeitszeitintegral (VTI) war bei Pferden mit Pneumopathien vermindert (*Tabelle 27*).

Tabelle 27: Gruppenvergleich der Mediane der V_{max} , der SV_{max} , der PEP, der EMS, der A, des VTI, des SV und des CO an P2,

| Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 | Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 |
|-----------------|--------|--------|--------|-----------------|--------|--------|--------|
| V_{max} [m/s] | -1,155 | -1,121 | -1,160 | VTI a [cm] | 43,796 | 41,783 | 42,367 |
| SV_{max} | -0,540 | -0,614 | -0,521 | VTI b [cm] | 57,467 | 57,205 | 57,527 |
| PEP [s] | 0,078 | 0,091 | 0,087 | SV a [ml/kg] | 1,767 | 1,812 | 2,212 |
| EMS a [s] | 0,578 | 0,584 | 0,610 | CO a [l/min/kg] | 0,060 | 0,068 | 0,103 |
| EMS b [s] | 0,913 | 0,914 | 0,941 | RVAZ [s] | 1,650 | 1,658 | 1,589 |
| A [m/s] | -5,459 | -5,944 | -5,971 | $t_a:RVAZ$ [%] | 11,7 | 13,5 | 12,7 |

Die Mediane für die systolische Beschleunigung des Blutflusses (A) an P2 fielen bei Lungenerkrankungen ab (*Abbildung 22*). Die Beschleunigungszeit (t_a) bis zur Spitzengeschwindigkeit blieb dabei allerdings nahezu unverändert.

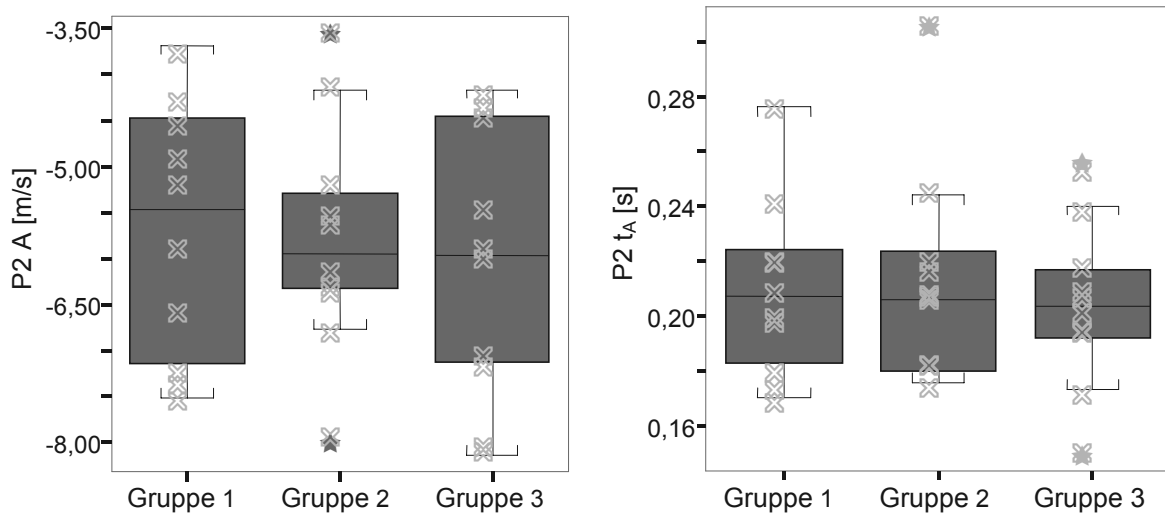


Abbildung 22: Boxplots der Beschleunigung (A) und der Beschleunigungszeit (t_a) an P2, Grafikbeschreibung s. S. 44

Der Median der Pre Ejection Period (PEP) war in den Gruppen mit lungenkranken Patienten erhöht (*Abbildung 23*, S. 54). Der Median der elektromechanischen Systole (EMS) stieg für Pferde mit Lungenerkrankungen im Vergleich zur Kontrollgruppe an (*Abbildung 23*, S. 54).

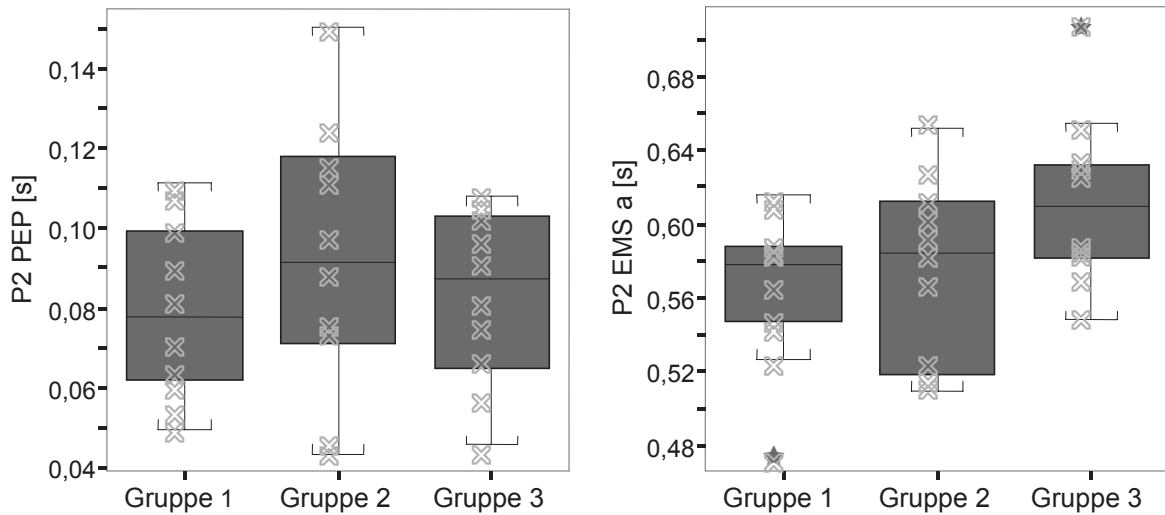


Abbildung 23: Boxplots der Pre Ejection Period (PEP) und der elektromechanischen Systole (EMS) an P2, Grafikbeschreibung s. S. 44

Aus dem Velocity Time Integral, der Querschnittsfläche der Valva pulmonalis und der Herzfrequenz wurden das Schlagvolumen (SV) und daraus die Herzauswurfmenge (CO) berechnet (*Kapitel 2.6, S.26*). Für die Gruppen 2 und 3 ergaben sich im KWT signifikant höhere Werte, als für die Kontrolle (*Abbildung 24, Tabelle 27, S. 53*). Für das SV a/b war $p = 0,011^*/0,016^*$ und für den CO a/b ergab sich $p = 0,030^*/0,040^*$.

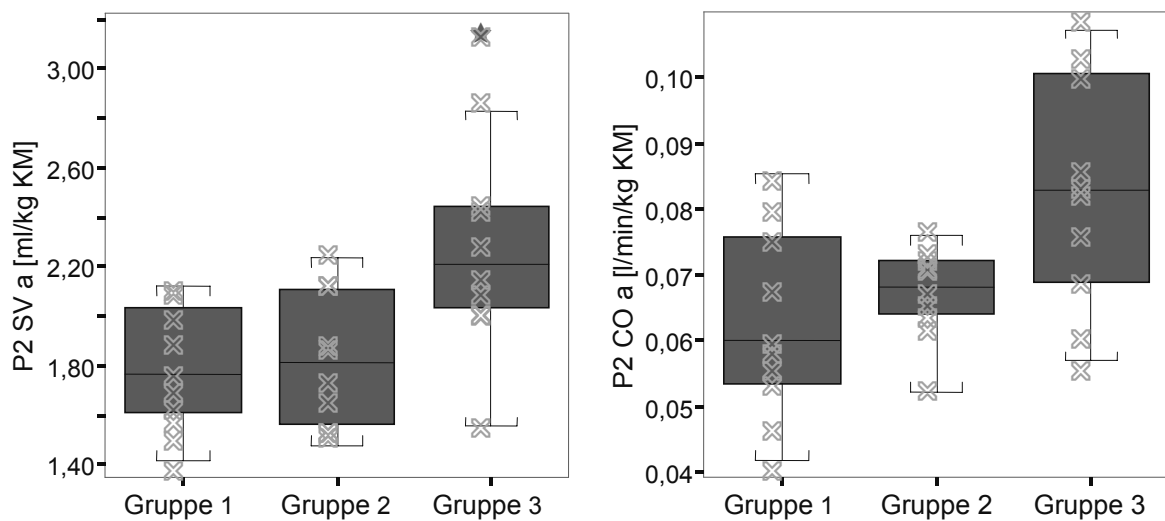


Abbildung 24: Boxplots des Schlagvolumens (SV) und der Herzauswurfmenge (CO) an P2, Grafikbeschreibung s. S. 44

4.3.3 Ergebnisse der Messungen in der Arteria pulmonalis (P3)

Der KW-Test lieferte im Vergleich aller Gruppen miteinander für die Klassifizierung der Wellenform an P3 einen Unterschied mit $p = 0,050$.

Tabelle 28: Kreuztabelle der Wellenformklassifizierung an P3

| Ausprägungen von: Wellenformklassifizierung an P3 | Gruppe | | | | Gr. 1 gegen | Signifikanzniveau des MWUT |
|--|--------|----|----|----|----------------|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | N | | |
| Systol.-diastolisch durchgehender Fluss | 1 | 6 | 4 | 11 | Gr. 2 | 0,023* |
| vollst. Systole, fehlendes Diastolenende | 4 | 2 | 4 | 10 | Gr. 3 | 0,082 |
| vollst. Systole, Diastole unverbunden | 1 | 1 | 1 | 3 | | |
| vollst. Systole, Diastolenende fehlt, unver. | 1 | 1 | 0 | 2 | | |
| vollst. Systole, Diastolenanfang fehlt | 3 | 0 | 1 | 4 | | |
| N | 10 | 10 | 10 | 30 | | |

Die systolische Spitzengeschwindigkeit (V_{max}) an P3 war bei lungenkranken Pferden im Median niedriger als bei gesunden Pferden. Der Median der spätsystolischen Spitzengeschwindigkeit (SV_{max}) nahm in Gr. 3 ab (*Tabelle 29*). Im Vergleich zu den anderen Messlokalisationen im RVAT stiegen die Mediane beider Geschwindigkeiten von P1 über P2 nach P3 hin an. Die Beschleunigung und die Beschleunigungszeit des Blutflusses an P3 ergab im KW-Test keine signifikanten Veränderungen. Der Median der Beschleunigung (A) stieg in der Tendenz bei Pferden mit Lungenerkrankungen an, die Mediane der Beschleunigungszeit (t_A) hingegen verminderten sich (*Abbildung 25, S. 56*). Im MWUT im Vergleich der t_A der Gr. 1 mit der Gr. 3 wurde mit $p = 0,084$ das Signifikanzniveau verfehlt. Der Median der Pre Ejection Period veränderte sich im Vergleich der drei Gruppen in seiner Tendenz nicht eindeutig (*Tabelle 29*). Das Velocity Time Integral (VTI) stieg in Gr. 2 an, fiel aber in Gr. 3 wieder ab.

Tabelle 29: Gruppenvergleich der Mediane der V_{max} , der SV_{max} , der PEP, der A , der EMS, des VTI, der ET, der RVAZ und des t_A :RVAZ-Quotienten an P3

| Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 | Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 |
|-----------------|--------|--------|--------|-----------------|--------|--------|--------|
| V_{max} [m/s] | -1,231 | -1,143 | -1,122 | VTI a [cm] | 40,706 | 44,876 | 40,583 |
| SV_{max} | -0,676 | -0,748 | -0,625 | VTI b [cm] | 55,363 | 63,728 | 57,339 |
| PEP [s] | 0,081 | 0,096 | 0,075 | ET a [s] | 0,514 | 0,528 | 0,552 |
| A [m/s] | -5,891 | -6,143 | -6,164 | ET b [s] | 0,866 | 0,884 | 0,986 |
| EMS a [s] | 0,570 | 0,600 | 0,591 | RVAZ [s] | 1,657 | 1,591 | 1,630 |
| EMS b [s] | 0,915 | 0,943 | 1,052 | t_A :RVAZ [%] | 11,9 | 12,2 | 11,9 |

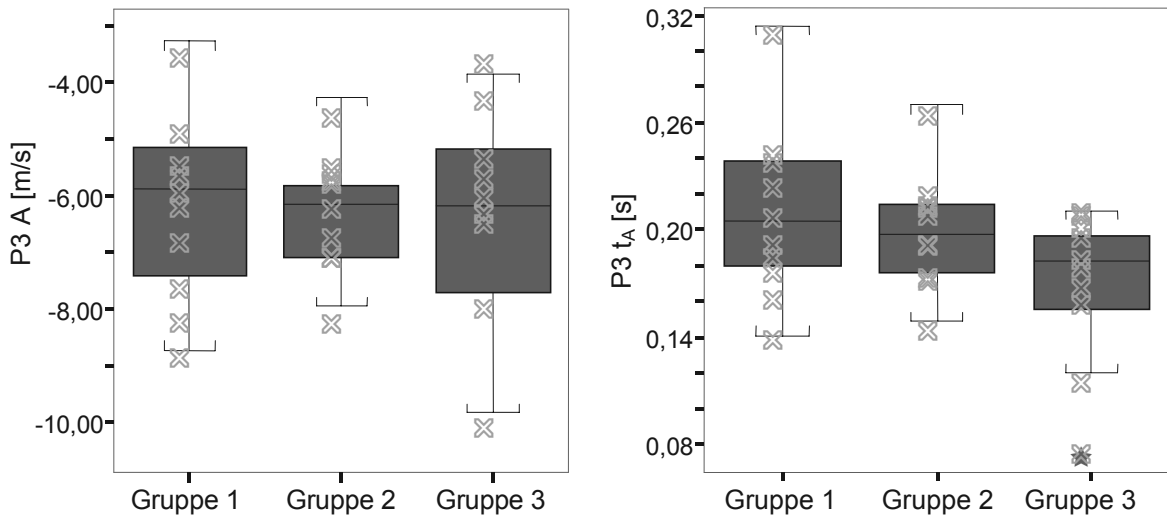


Abbildung 25: Boxplots der Beschleunigung (A) und der Beschleunigungszeit (t_a) an P3, Grafikbeschreibung s. S. 44

Die Ejection Time (ET) an P3 verlängerte sich bei lungenkranken Pferden im KWT signifikant mit $p = 0,005^*$ (Abbildung 26). Der Median der elektromechanischen Systole stieg (EMS) ebenfalls in den lungenkranken Gruppen signifikant mit $p = 0,007^*$ im KWT (Abbildung 26). Für beide Parameter ergaben sich auch im MWUT für die Gr. 1 gegen 3 Signifikanzen mit $p = 0,004^*$ bzw. $0,001^*$.

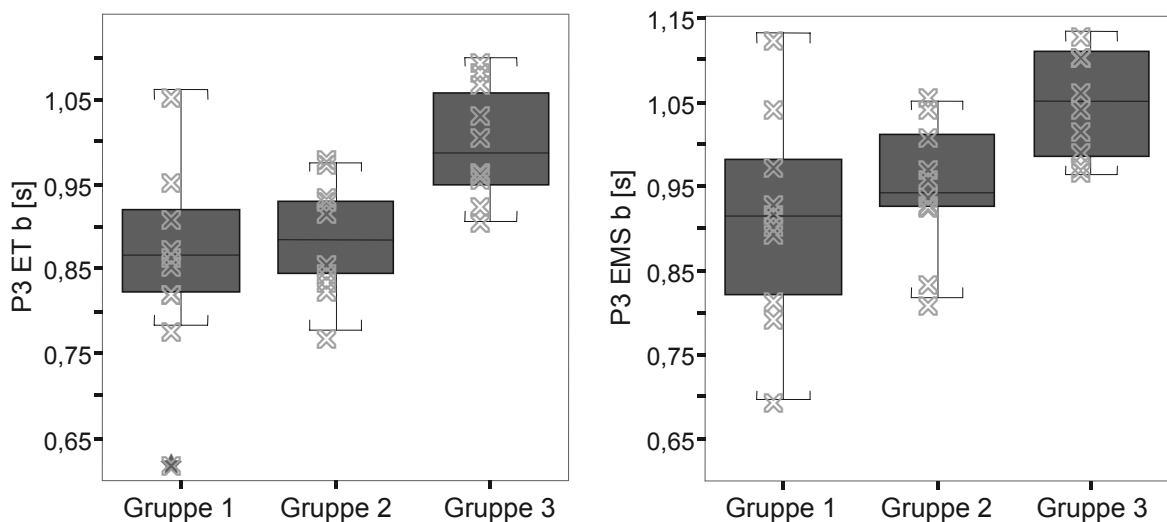


Abbildung 26: Boxplots der Ejection Time (ET) und der elektromechanischen Systole (EMS) an P3, Grafikbeschreibung s. S. 44

4.4 Ergebnisse der hämodynamischen Untersuchung in der Aorta ascendens

Die Aorta ascendens wurde in der LKDLA untersucht. Die Wellenform stellte sich wie in der *Tabelle 30* beschrieben dar, und der KWT ergab $p = 0,008^*$.

Tabelle 30: Kreuztabelle der Wellenform in der Aorta ascendens

| Ausprägungen von: Wellenformcharakteristik Aorta | Gruppe | | | | Gr. 1 gegen | Signifikanzniveau des MWUT |
|---|--------|---|---|----|----------------|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | N | | |
| Systol.-diastolisch durchgehender Fluss | 2 | 7 | 5 | 14 | Gr. 2 | 0,121 |
| vollst. Systole, fehlendes Diastolenende | 6 | 0 | 0 | 6 | Gr. 3 | 0,021* |
| Systole ohne Diastole | 0 | 0 | 1 | 1 | | |
| vollst. Systole, Diastolenanfang fehlt | 0 | 0 | 2 | 2 | | |
| N | 8 | 7 | 8 | 23 | | |

Die Analyse der Doppleraufnahmen ergab im KWT und im MWUT keine Signifikanzen. Die systolische Spitzengeschwindigkeit (V_{max}) nahm bei lungenkranken Patienten gegenüber den Kontrollen zunehmend ab (*Abbildung 27*), ebenso die Pre Ejection Periode (PEP), die Ejection Time und die elektromechanische Systole (EMS) (*Tabelle 31*).

Tabelle 31: Gruppenvergleich der Mediane der V_{max} , der A, der t_A , der PEP, der ET, der EMS, des VTI und des BFV in der Aorta

| Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 | Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 |
|-----------------|--------|---------|--------|-------------|--------|--------|--------|
| V_{max} [m/s] | -1,266 | -1,200 | -1,105 | ET [s] | 0,524 | 0,477 | 0,501 |
| A [m/s] | -9,995 | -10,654 | -8,462 | EMS [s] | 0,608 | 0,562 | 0,576 |
| t_A [s] | 0,111 | 0,133 | 0,151 | VTI [cm] | 48,126 | 44,664 | 44,248 |
| PEP [s] | 0,103 | 0,091 | 0,079 | BFV [ml/kg] | 2,384 | 2,227 | 2,117 |

Die Beschleunigung (A) des Blutflusses war in Gruppe 3 vermindert und die Mediane der Beschleunigungszeit (t_A) verlängerten sich in den Gruppen mit Erkrankung (*Abbildung 27*).

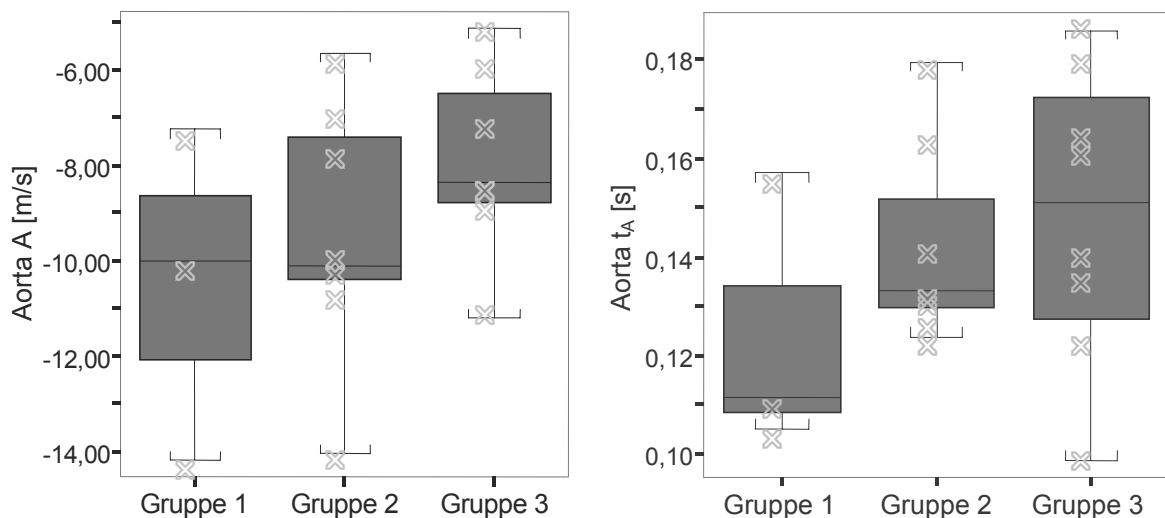


Abbildung 27: Boxplots der Beschleunigung (A) und der Beschleunigungszeit (t_A) in der Aorta, Grafikbeschreibung s. S. 44

Der Median des Geschwindigkeitszeitintegrals (VTI) in der Aorta hatte bei Lungenerkrankungen eine abnehmende Tendenz (*Abbildung 28*). Auch das mit seiner Hilfe berechnete Blutflussvolumen pro kg KM (BFV) verminderte sich in Gr. 2 und 3 (*Tabelle 31, S. 57*).

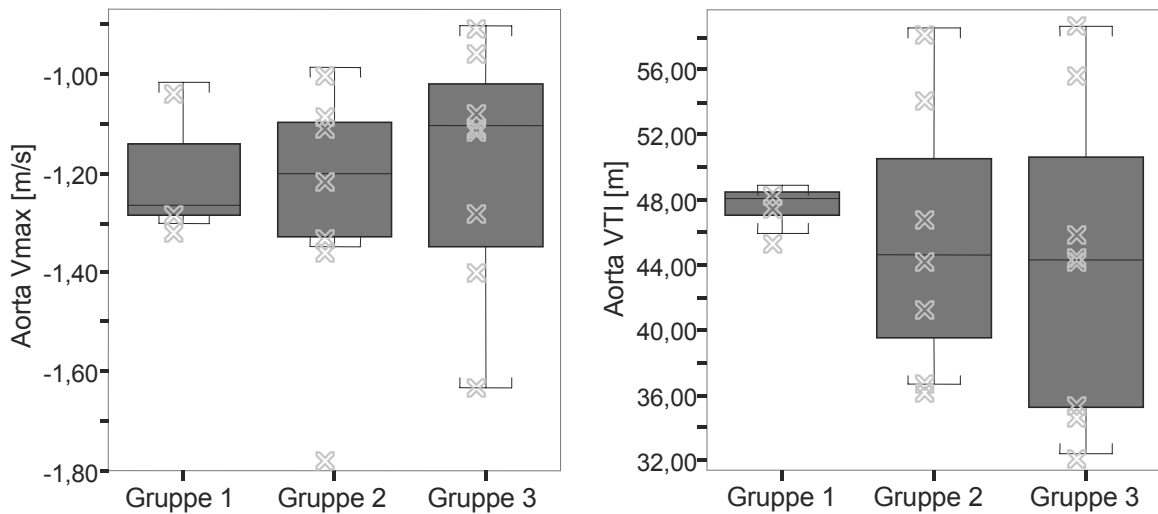


Abbildung 28: Boxplots der systolischen Spitzengeschwindigkeit (Vmax) und des Velocity Time Integrals (VTI) in der Aorta, Grafikbeschreibung s. S. 44

4.5 Ergebnisse der echoangiologischen Untersuchung der A. carotis communis

Die Analyse der Daten zum systolischen Durchmesser der A. carotis communis (D_{sys}) ergab im KWT $p = 0,004^*$. Für den diastolischen Durchmesser (D_{dias}) ergab dieses Testverfahren $p = 0,064$. Im MWUT für den Vergleich von Gr. 1 und 2 war $p = 0,006^*$ für den D_{sys} und $p = 0,007^*$ für den D_{dias} (*Abbildung 29*). Der Median der nicht signifikanten Durchmesseränderung der Karotis betrug in Gr. 1 0,08 cm, in Gr. 2 0,05 cm und in Gr. 3 0,08 cm.

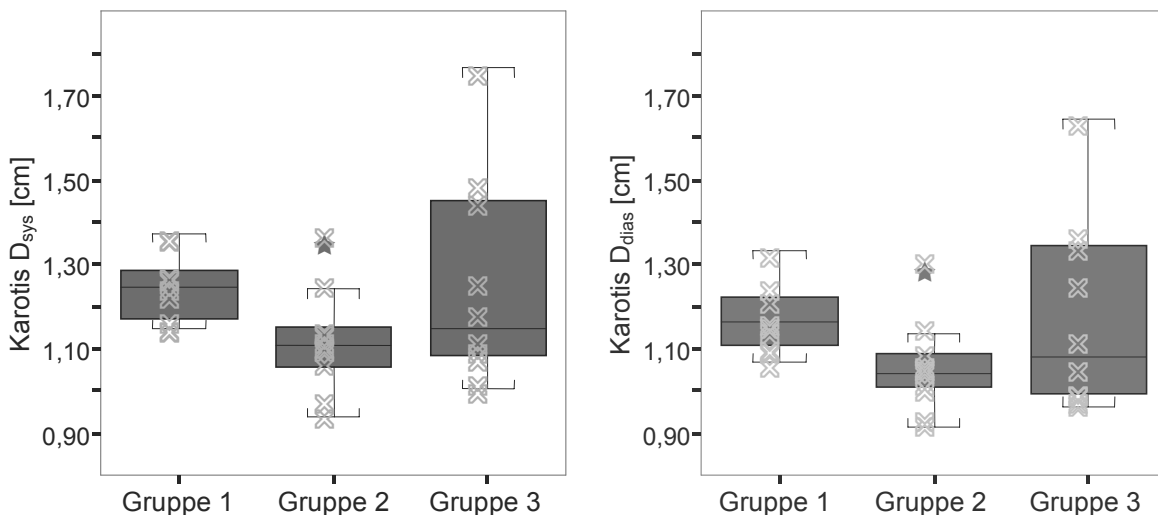


Abbildung 29: Boxplots des systolischen (D_{sys}) und diastolischen Karotisdurchmessers (D_{dias}), Grafikbeschreibung s. S. 44

Die systolische (SPV) (*Abbildung 31, S. 60*) und die diastolische Spitzengeschwindigkeit (DPV) sowie die enddiastolische Geschwindigkeit (EDV) zeigten bei lungenkranken Pferden im Vergleich zur Kontrollgruppe erhöhte Mediane (*Tabelle 32, S. 60*). Auch die retro-

grade diastolische Spitzengeschwindigkeit (rDPV) und die minimale Geschwindigkeit (Vmin) waren in Gr. 2 und 3 erhöht. Die Vmin war im MWUT für Gr. 2 gegen Gr. 1 signifikant mit $p = 0,016^*$ erhöht. Der Median der Beschleunigung des systolischen Flusses (A) in der Karotis stieg in den Gr. 2 und 3. Der Median der Beschleunigungszeit (t_A) verminderte sich. Für die Ejection Time (ET) und die elektromechanische Systole (EMS) in der Karotis war eine Verlängerung bei lungenkranken Pferden zu verzeichnen (*Tabelle 32*).

Tabelle 32: Gruppenvergleich der Mediane der SPV, der DPV, der rDPV, der EDV, der V min, der A, der t_A , der ET und der EMS in der Karotis

| Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 | Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 |
|------------|--------|--------|--------|---------------|-------|-------|-------|
| SPV [m/s] | 0,884 | 0,925 | 0,975 | A [m/s^2] | 3,842 | 4,572 | 4,471 |
| DPV [m/s] | 0,287 | 0,344 | 0,350 | t_A [s] | 0,228 | 0,225 | 0,222 |
| rDPV [m/s] | -0,143 | -0,130 | -0,202 | ET [s] | 0,484 | 0,510 | 0,521 |
| EDV [m/s] | 0,117 | 0,141 | 0,123 | EMS [s] | 0,633 | 0,634 | 0,640 |
| Vmin [m/s] | 0,105 | 0,130 | 0,111 | | | | |

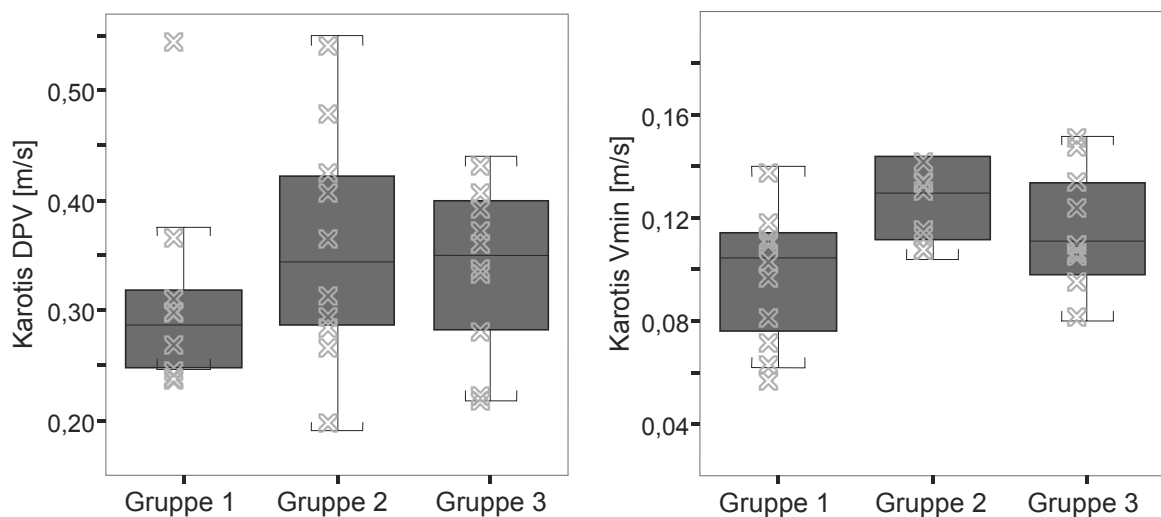


Abbildung 30: Boxplots der diastolischen Spitzengeschwindigkeit (DPV) und der minimale Geschwindigkeit (Vmin) in der Karotis, Grafikbeschreibung s. S. 44

Die Mediane der Widerstandsindizes, also das S/D-Verhältnis, der Pulsatility Index (PI) und der Resistive Index (RI) fielen in Gr. 2 und stiegen in Gr.3 der Pferde mit Lungenerkrankungen gegenüber der Kontrolle. Der KWT ergab $p = 0,058$ für den PI im Vergleich aller Gruppen und der MWUT für Gr. 2 $p = 0,016^*$.

Tabelle 33: Gruppenvergleich der Mediane des S/D, des PI und des RI an der Karotis

| Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 | Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 |
|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| S/D | 7,626 | 6,055 | 7,867 | PI | 2,746 | 2,198 | 2,572 |
| RI | 0,869 | 0,834 | 0,875 | | | | |

Ergebnisse

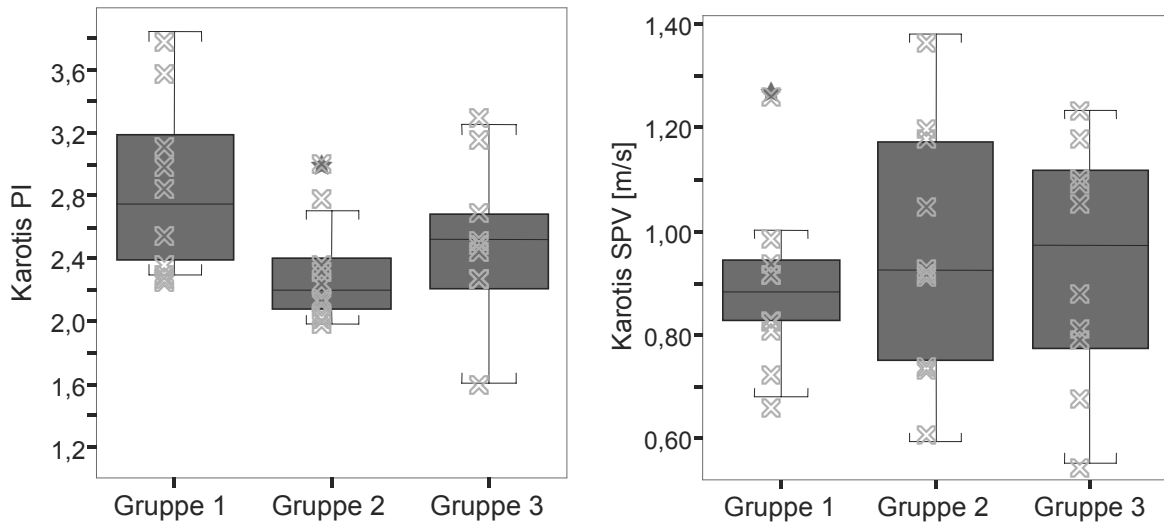


Abbildung 31: Boxplots des Pulsatility Index (PI) und der systolische Spitzengeschwindigkeit (SPV) in der Karotis, Grafikbeschreibung s. S. 44

Die über die Zeit gemittelten Geschwindigkeiten, also die Time Averaged Maximum Velocity (TAMAX), die systolische (TAV s), die diastolische (TAV d) und die über den kompletten Zyklus gemessene Time Averaged Velocity (TAV), zeigten eine steigende Tendenz in den Medianen der Gruppen mit Lungenerkrankungen (*Abbildung 32*).

Tabelle 34: Gruppenvergleich der Mediane der TAMAX, der TAV, der TAV s, der TAV d, des BFVT_s, des BFVT_d, des BFVT und des BFVTX in der Karotis

| Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 | Parameter | Gr. 1 | Gr. 2 | Gr. 3 |
|--------------|-------|-------|-------|--------------------------------|--------|--------|--------|
| TAMAX [cm/s] | 26,49 | 34,32 | 31,99 | BFVT _{sd} [ml/min/kg] | 2,37 | 2,03 | 2,85 |
| TAV [cm/s] | 18,44 | 23,63 | 22,25 | BFVT _s [ml/min] | 792,79 | 791,71 | 885,13 |
| TAV s [cm/s] | 36,67 | 40,10 | 41,70 | BFVT _d [ml/min] | 509,72 | 434,04 | 496,40 |
| TAV d [cm/s] | 11,86 | 12,97 | 12,58 | BFVTX [ml/min/kg] | 3,16 | 2,87 | 3,81 |
| | | | | BFVT [ml/min/kg] | 2,20 | 2,02 | 2,57 |

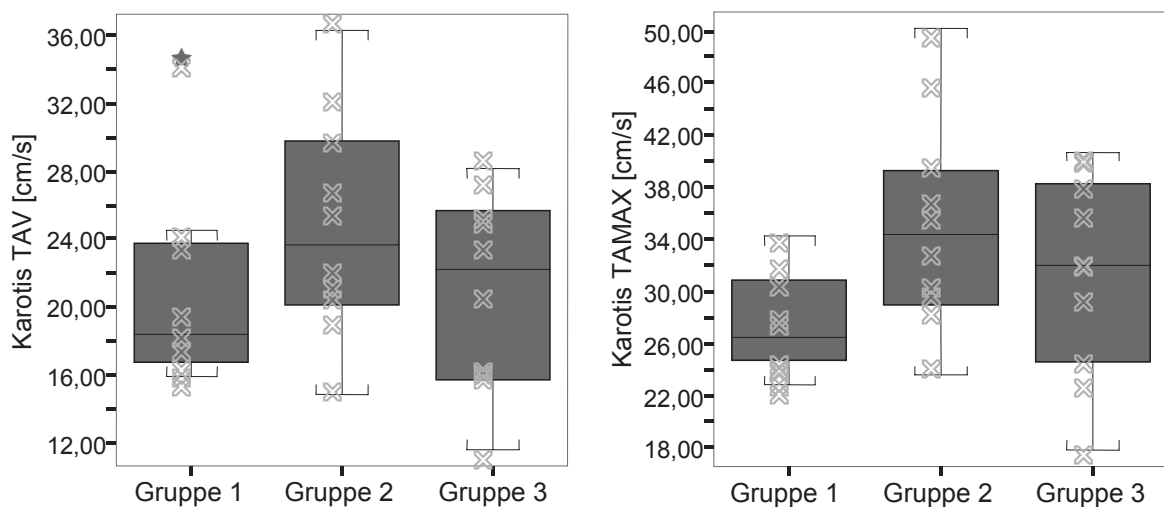


Abbildung 32: Boxplots der Time Averaged Velocity (TAV) und der ~ Maximum ~ (TAMAX) in der Karotis, Grafikbeschreibung s. S. 44

Das mit der TAMAX berechnete Blutflussvolumen pro kg KM (BFV_{TX}) war im KWT mit $p = 0,039^*$ verändert und für Gr. 3 im MWUT mit $p = 0,011^*$ signifikant erhöht. Das mit der systolischen und diastolischen Time Averaged Velocity berechnete Blutflussvolumen pro kg KM (BFV_{sd}) (Formel 9, S. 27) stieg bei Pferden mit Lungenerkrankungen an (Abbildung 33, Tabelle 34, S. 60). Im MWUT für Gr. 3 gegen 1 war hierfür $p = 0,072$.

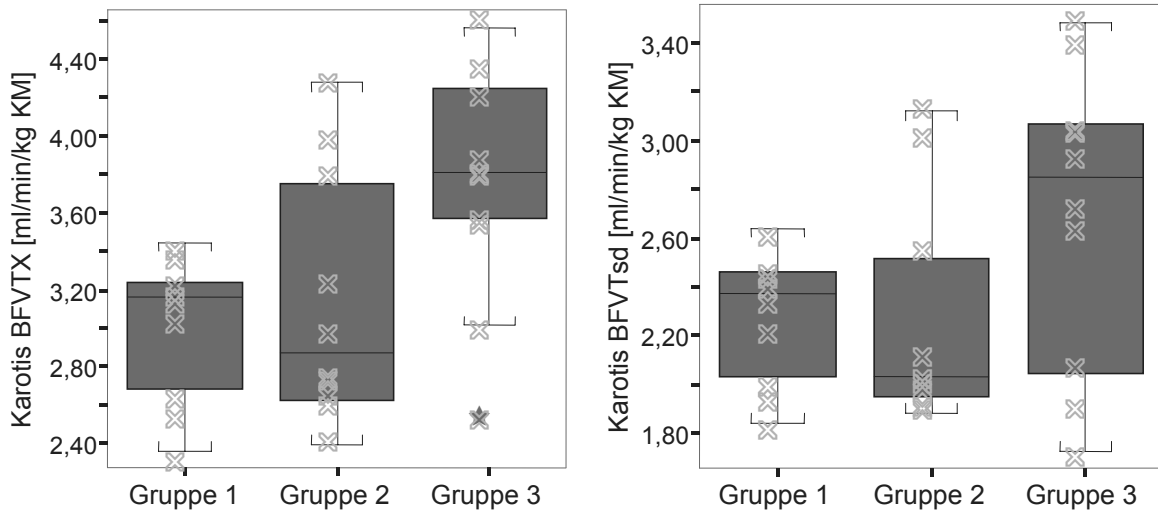


Abbildung 33: Boxplots des Blutflussvolumens berechnet mit der TAMAX (BFV_{TX}) und mit der systolischen und diastolischen TAV (BFV_{sd}), Karotis, Grafikbeschreibung s. S. 44

4.6 Ergebnisse der Einzelfalldarstellungen

4.6.1 Ergebnisse von Patientin 14: Herzdilatation

Klinische Untersuchung

Die zwanzigjährige Zuchtstute hatte hochgradige, gemischte Dyspnoe, beidseitig, viskösen Nasenausfluss und die Atemfrequenz betrug 28 Züge/Min. Die Lungengrenzen waren perkutorisch auf Höhe der mittleren Thoraxlinie beiderseits um eine handbreit nach kaudal verschoben. Die arterielle Blutgasanalyse ergab einen hochgradig verminderten PaO₂ (64,2 mmHg) einen normalen PaCO₂ (42,2 mmHg) und eine deutlich erhöhte AaDO₂ (41 mmHg). Die Stute hatte eine hochgradige, chronisch obstruktive Bronchitis mit unspezifischer Bronchopneumonie. Auch Endoskopie und Tracheobronchialsekretanalyse untermauerten diese Diagnose. Bei der klinischen Herzuntersuchung wurde lediglich eine leicht erhöhte Frequenz von 44 Schlägen/Min festgestellt. Die Herztöne waren klar abgesetzt, kräftig und regelmäßig. Es waren keine Herzgeräusche auskultierbar.

Echokardiographie

Das Herz der Stute war echokardiographisch als Cor pulmonale durch die Befunde veränderte Herzform, Dilatation, Hypertrophie und Klappenrückflüsse identifizierbar. Der B-Mode zeigte im Standardschnittbild (RKDLA) ein abgerundetes Herz mit großen Herzkammern (Abbildung 34, S. 62). Die Kardiometrie ergab Dilatationen der Vorhöfe, des

rechten Ventrikels, der Aorta und der Pulmonalarterie. Die rechte und die linke Ventrikelwand waren leicht hypertrophiert (*Tabelle 35*). Mit dem Farb- bzw. dem CW-Doppler konnten an der V. aortae, V. tricuspidalis und V. pulmonalis Rückflüsse festgestellt werden. Sie wurden alle als Regurgitationen eingestuft, da sie sich nur anteilig über die jeweilige Zyklusphase erstreckten, mittelmäßig leicht auffindbar und langsamer als 2 m/s waren.

Tabelle 35: Durchmesser von Patientin 14 des linken Atriums/Ventrikels (LAD/LVD) der Mitralklappe (LAD_{MV}), des rechten Atriums/Ventrikels (RAD/RVD), der Pulmonalarterie (PAD), der rechten/linken Ventrikelwand (RVW/LVW) und des Interventrikularseptum (IVS). Der Median der Kontrollen ist in Klammern angegeben.

| Messstrecke | Messwert [cm] | Messstrecke | Messwert [cm] |
|-------------------|---------------|-------------|---------------|
| LAD | 12,64 (10,9) | RAD | 9,75 (6,8) |
| LVD | 11,99 (12,5) | RVD | 9,00 (8,3) |
| LAD _{MV} | 11,06 (10,1) | RVW | 1,34 (1,3) |
| LVW | 1,85 (1,5) | IVS | 2,47 (2,6) |
| Ao-Sinus | 8,23 (8,1) | PAD | 8,03 (6,2) |

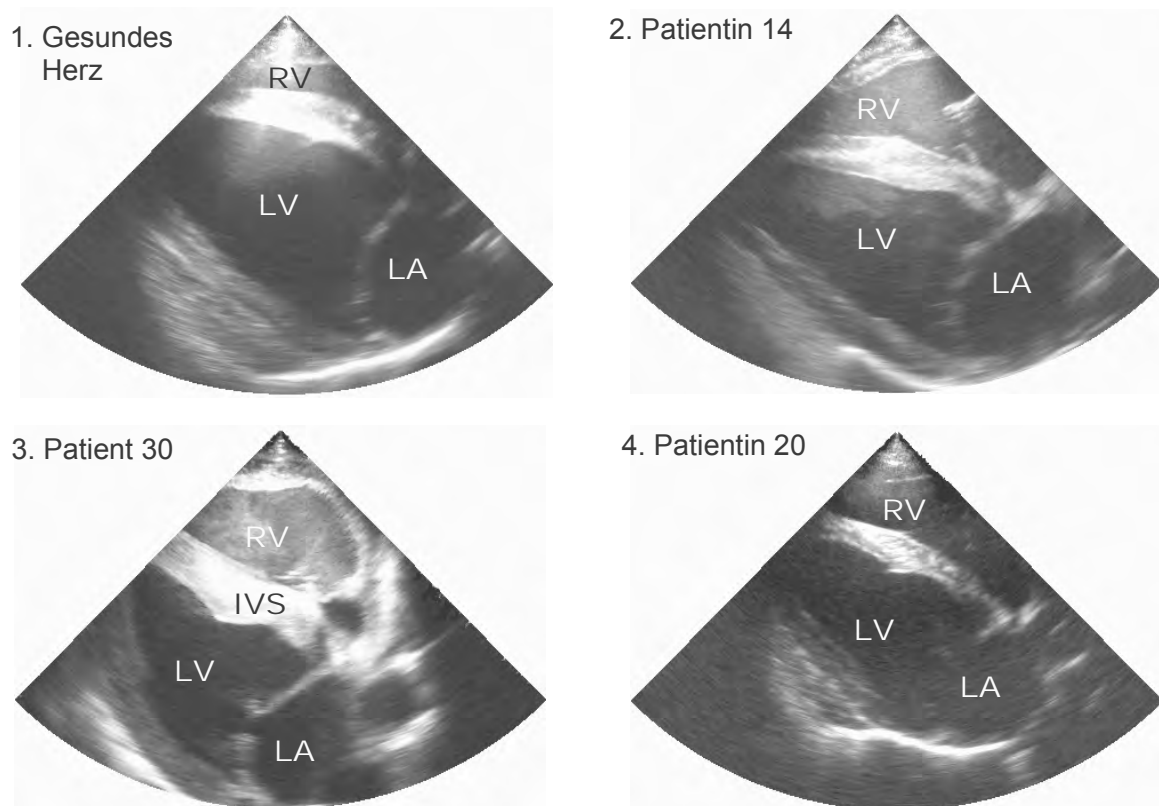


Abbildung 34: Vergleich der Kammerdimensionen in der RVDLA eines gesunden Pferdes (1) mit Patientin 14, Patient 30 und Patientin 20

4.6.2 Ergebnisse von Patient 30: Exzentrischer Herzhypertrophie

Klinische Untersuchung

Der kachektische, 18 jährige Warmblutwallach wurde in einem sehr schlechten Allgemeinzustand nach einer Lungenkrankheitsdauer von mindestens 3 Jahren mit einer hochgradigen gemischten Dyspnoe vorgestellt. Die Atemfrequenz betrug 44 Züge/Min. Der Patient hustete spontan und aus beiden Nüstern floss viel seröses, feinperliges Sekret. Die Perkussion ergab beiderseits auf der mittleren Thoraxlinie ein handbreit nach kaudal erweitertes Lungenfeld. Die arterielle Blutgasanalyse ergab einen PaO₂ von 64,1 mmHg, einen PaCO₂ von 52,1 mmHg und eine AaDO₂ von 34,7 mmHg. Das Tracheobronchialsekret (TBS) und ein zwei Wochen später entnommenes, histologisch untersuchtes Lungenbiopsat lieferten den Befund von Schleim-, massiven PMN-Ansammlungen und vereinzelt Makrophagen in den kleinen Bronchien und Alveolen. Die mikrobiologischen Untersuchungen des TBS ergaben einen mittel- bis hochgradigen Gehalt an β -hämolyisierenden Streptokokken, wenigen Stapylokokken und α -hämolyisierenden Streptokokken. Die klinische Diagnose ist eine auf der Grundlage der hochgradigen COB entstandene akute, purulente, nekrotisierende Streptokokkenpneumonie. Die klinische Herzuntersuchung zeigte einen stark erhöhten, ungleichmäßigen Puls von 84 Schlägen/Min. Die Herzauskultation war durch die lauten Atemgeräusche – eine Atemhemmung war nicht möglich – nur eingeschränkt, ergab jedoch keine Herzgeräusche.

Echokardiographie

Echokardiographisch wurde eindeutig ein Cor pulmonale diagnostiziert. Im B-Mode in der RKDLA wurde ein deutlich abgerundetes, großes Herz dargestellt (*Abbildung 34, S. 62*). Die Kammerlumina sind deutlich erweitert, die Herzwände hypertroph und das sonst leicht nach oben gewölbte Interventrikularseptum wölbte sich nach unten. *Tabelle 36* zeigt die Messwerte der Kardiometrie von Patient 30 aus der RKDLA und der RKRLA.

Tabelle 36: Durchmesser von Patient 30 des linken Atriums/Ventrikels (LAD/LVD) der Mitralklappe (LAD_{MV}), des rechten Atriums/Ventrikels (RAD/RVD), der Pulmonalklappe (PAD_{PV}), der Pulmonalarterie (PAD), der rechten/linken Ventrikelwand (RVW/LVW) und des Interventrikularseptum (IVS). Der Median der Kontrollen ist in Klammern angegeben.

| Messstrecke | Messwert [cm] | Messstrecke | Messwert [cm] |
|-------------------|---------------|-------------------------|------------------------|
| LAD | 11,27 (10,9) | RAD | 7,49 (6,8) |
| LVD | 11,43 (12,5) | RVD | 7,55 (8,3) |
| LAD _{MV} | 10,41 (10,1) | RVW | 1,51 (1,3) |
| LVW | 1,82 (1,5) | IVS | 3,70 (2,6) |
| Ao-Sinus | 8,15 (8,1) | PAD _{PV} , PAD | 6,58 (5,4), 9,25 (6,2) |

Die Messwerte für die Ventrikel waren im oberen Grenzbereich, der rechte und linke Vorhof dilatiert. Der Pulmonalklappenring (PAD_{PV}) und die A. pulmonalis (PAD) waren deutlich erweitert. Das Interventrikularseptum, die freie linke und rechte Ventrikelwand waren hypertrophiert. Zusätzlich zeigten RVW, IVS und LVW wellenförmige, hypermobile Bewegungen während der Herzarbeit. Die fraktionelle Verkürzung (FS%) war mit 47% deutlich erhöht. Bei einer Nachuntersuchung nach vier Tagen, waren die Puls- und Atemfrequenz von 84 bzw. 44/Min auf 52 bzw. 36/Min gesunken und die Hypermobilität der Herzwände verschwunden. Die FS% fiel auf 41%. Der Mitralklappenschluss erfolgte nicht wie üblich auf der Q-Zacke des EKG's, sondern verzögerte sich bis zur S-Zacke. Die Doppleruntersuchung der Klappen zeigte eine mittel- bis hochgradige Mitralklappeninsuffizienz. Sie war leicht auffindbar, holosystolisch und der endsystolisch anschwellende Jetstrom hatte eine Maximalgeschwindigkeit von 6 m/s. Eine mittelgradige Insuffizienz wurde an der Valva tricuspidalis gefunden. Der leicht auffindbare Jetstrom floss holosystolisch mit ca. 4 m/s auf das IVS zu. An der Pulmonalklappe lag eine leicht auffindbare, enddiastolische, 2 m/s schnelle, geringgradige Insuffizienz vor.

Blutflussmessungen

Die Messungen des Blutflusses im rechtsventrikulären Ausflusstrakt (RVAT) vor der Valva pulmonalis, in der Pulmonalklappe (V. p.), in die Arteria pulmonalis (A. p.), in der Aorta ascendens und die Flussprofilmessung in der A. carotis communis (A. c. c.) lieferten bei den in *Tabelle 37, S. 65* aufgeführten Parametern leichte (\uparrow) bzw. starke ($\uparrow\uparrow$) Abweichungen von den Werten der Kontrollgruppe. Das Schlagvolumen (SV) und die Herzauswurfmengen (CO) sind genau wie in den Gruppen 2 und 3 erhöht (*Tabelle 38, S. 65*). Die gemittelten Geschwindigkeiten (TAMAX, TAV) aus der A. carotis stiegen bei Patient 30 und in den Gruppen 2 und 3 an. Allerdings fiel die diastolische TAV bei Patient 30 und steht mit der veränderten Wellenform in Zusammenhang (*Abbildung 35, S. 66*). Die Blutflussvolumina (BFV) in der A. carotis erhöhten sich ebenfalls, wie auch in Gr. 3. Ausnahme bildet das auch in den Gruppen der Lungenkranken gesunkene diastolische Flussvolumen (BFV_{Td}).

Ergebnisse

Tabelle 37: Ergebnisse der PW-Dopplermessung des Patienten 30 an den 5 Messorten. Die Pfeile geben die Abweichung vom Median der Kontrolle an. Parameter siehe vorn im Abkürzungsverzeichnis S. IV ff.

| Parameter | Messlokalisierung | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------|--------------|------------|-----------|
| | im RVAT | an der V. p. | in der A. p. | A. c. c. | Aorta |
| Vmax/SPV [m/s] | -1,080 ↑ | -1,056 | -0,826 ↓ | 0,976 ↑ | -1,166 ↓ |
| EVmin/EDV[m/s] | -0,252 ↑ | -0,241 ↑ | -0,346 ↑ | 0,160 ↑ | -0,267 ↑ |
| t _a [s] | 0,057 ↓ | 0,085 ↓ | 0,177 ↓ | 0,192 ↓ | 0,093 ↓ |
| A [m/s ²] | 27,840 ↑ | 15,590 ↑ | 10,180 ↑ | 5,234 ↑ | -14,742 ↑ |
| PEP [s] | 0,159 ↑ | 0,157 ↑ | 0,198 ↑ | 0,200 ↑ | 0,134 ↑ |
| ET [s] | 0,301 ↓ | 0,304 ↓ | 0,354 ↓ | 0,422 ↓ | 0,283 ↓ |
| EMS [s] | 0,454 ↓ | 0,449 ↓ | 0,531 ↓ | 0,540 ↓ | 0,415 ↓ |
| RVAZ [s] | | 0,850 ↓ | 0,838 ↓ | | |
| t _a / RVAZ [%] | | 10,0 ↓ | 10,0 ↓ | | |
| VTI [cm] | 23,05 ↓ | 24,33 ↓ | 28,912 ↓ | | 25,146 ↓ |
| RR [s]; HF | 0,846↓; 71 | 0,866↓;69 | 0,848↓; 71 | 0,920↓; 70 | 0,862↓;70 |
| S/D-Verhältnis | | | | 6,1 ↓ | |
| Pulsatility Index | | | | 2,7 ↓ | |
| Resistive Index | | | | 0,836 ↓ | |

Tabelle 38: Blutflussvolumen von Patient 30 an den 5 Messlokalisationen. Flussvolumina sind mit den in Kapitel 2.6, S. 23 ff angegebenen Formeln berechnet. Die Kontrollwerte sind in Klammern angegeben.

| | |
|---|----------------------|
| Pulmonalklappe SV [ml/kg] | 1,779 (1,767) |
| Pulmonalklappe CO [l/min/kg] | 0,123 (0,060) |
| Aorta BFV [ml/min/kg] | 1,558 (2,384) |
| A.carotis TAMAX [m/s] | 30,060 (26,487) |
| A.carotis TAV [m/s] | 20,864 (18,437) |
| A.carotis TAV s cm/s | 42,674 (36,667) |
| A.carotis TAV d [m/s] | 7,908 (11,860) |
| A.carotis BFVTX [ml/min/kg] | 3,423 (3,160) |
| A.carotis BFVT [ml/min/kg] | 2,375 (2,198) |
| A.carotis BFVT _s [ml/min] | 1163,357 (792,79) |
| A.carotis BFVT _d [ml/min] | 226,653 (508,72) |
| A.carotis BFVT _{sd} [ml/min/kg] | 2,989 (2,373) |

Die Untersuchung der Arteria carotis communis zeigte im PW-Doppler Veränderungen im Wellenformprofil (*Abbildung 35, S. 66*). Die Flüsse unterlagen einer sich jeweils über drei Herzzyklen erstreckenden Periodik und die Systole im Flussbild war gegenüber der elektrischen Systole bis zur T-Zacke verschoben (PEP verlängert). Die erste Pulswelle floss mit einer systolischen Spitzengeschwindigkeit (SPV) von 1,24 m/s und einer diastolischen (DPV) von 0,25 m/s. Die zweite Pulswelle zeigte eine geringere SPV mit 0,73 m/s, zu Be-

ginn der Diastole einen retrograden Fluss (rDPV) mit 0,4 m/s und ging dann in einen orthograden Fluss mit einer DPV von 0,63 m/s über. Bei der dritten Pulswelle folgte auf einen orthograden, systolischen Fluss mit einer SPV von 0,79 m/s eine kontinuierlich von retrograd nach orthograd übergehende, diastolische Flusserscheinung.

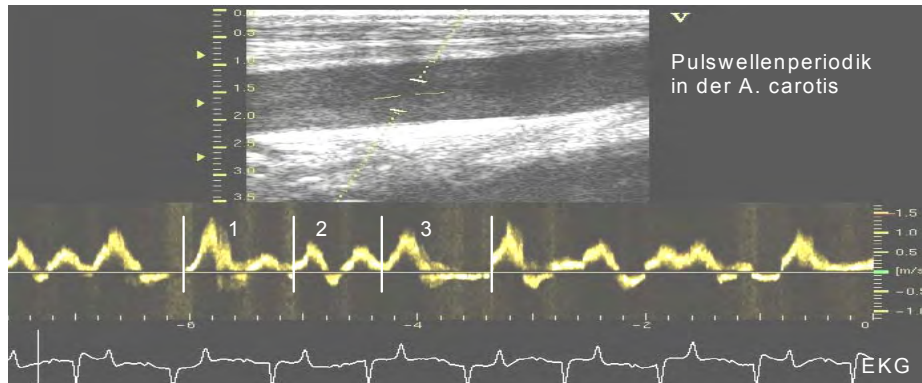


Abbildung 35: Pulswellenperiodik in der A. c. c. bei hochgradiger, gemischter Dyspnoe, Patient 30

Pathologische Untersuchung

Der Wallach wurde nach einem dreiwöchigen Behandlungsversuch wegen der aussichtslosen Prognose euthanasiert. Die pathologisch-anatomische Untersuchung am Tierkörper diagnostizierte eine hochgradige, multifokale, akute, purulentnekrotisierende Bronchopneumonie und ein Cor pulmonale. Zusätzlich zeigte die Lunge hochgradige, alveoläre Ödeme, chronisch hochgradige, multifokale Fibrosen und Pleuritis. Die histologische Untersuchung bestätigte diese Befunde. Das absolute Herzgewicht betrug 4520 g und das relative 1%. Alle Herzwände waren mittelgradig hypertrophiert, alle Kammern hochgradig dilatiert. Zusätzlich waren mittelgradige Stauungshyperämien in Lunge und Leber, hier mit Zentralvenenfibrose, erkennbar.

4.6.3 Ergebnisse von Patientin 20: Eosinophile Pneumonie

Klinische Untersuchung

Die 14 jährige Isländerstute wurde mit dem Vorbericht COPD und einer verschleppten Lungenentzündung in der Klinik vorgestellt. Sie hatte eine erhöhte Atemfrequenz von 32 Zügen/Min mit einer hochgradig gemischten Dyspnoe und geröteten Schleimhäuten. Auskultatorisch war ein hochgradiges Giemen und Pfeifen über dem gesamten, fingerbreit erweiterten Lungenfeld zu hören. Die arteriellen Blutgaswerte waren mit einem PaO₂ von 51,9 mmHg, einem PaCO₂ von 50,0 mmHg und einer AaDO₂ von 47,4 mmHg deutlich verändert. Bei der Endoskopie wurden in der gesamten Trachea plaquesartig, zähe Sekretfetzen und Schleimhautschwellungen gefunden. Das zellreiche Tracheobronchialsekret enthielt neutrophile Granulozyten (PMN), viele Mastzellen und einen deutlich erhöhten Anteil an eosinophilen Granulozyten. Im Differenzialblutbild war der Anteil an eosinophilen Granulozyten mit 10 % ebenfalls deutlich erhöht. Die klinische Diagnose war eine mittel- bis hochgradige eosinophile Pneumonie. Die Herzfrequenz war erhöht (60 Schlägen/Min).

Echokardiographie

Die Echokardiographie wies auch hier auf ein Cor pulmonale hin. In der RKDLA der B-Modeuntersuchung war aufgrund der Kammerlumenverhältnisse schon eine Vergrößerung des rechten Ventrikels und seines Atriums erkennbar (*Abbildung 34, S. 62*). Bei der Stute fiel ein verzögerter Mitralklappenschluss bis auf Höhe der S-Zacke des EKG's auf. Die fraktionelle Verkürzung war mit 36,17%, wie auch in den Gruppen 2 und 3 erhöht. Die Doppleruntersuchung veranschaulichte einen vollständigen Klappenschluss der vier Herzklappen. Die kardiometrischen Ergebnisse der Isländerstute (316 kg KM) sind in *Tabelle 39* zusammengefasst. Bei der Beurteilung muss berücksichtigt werden, dass die Kontrollwerte von großen Warmblütern (581 kg KM) stammen.

Tabelle 39: Durchmesser der Patientin 20 des linken Atriums/Ventrikels (LAD/LVD) der Mitralklappe (LAD_{MV}), des rechten Atriums/Ventrikels (RAD/RVD), der Pulmonalklappe (PAD_{PV}), der Pulmonalarterie (PAD), der rechten/linken Ventrikelwand (RVW/LVW) und des Interventrikularseptum (IVS). Der Median der Kontrolle ist in Klammern angegeben.

| Messstrecke | Messwert [cm] | Messstrecke | Messwert [cm] |
|-------------------|---------------|-------------------------|------------------------|
| LAD | 8,66 (10,9) | RAD | 6,48 (6,8) |
| LVD | 9,71 (12,5) | RVD | 7,55 (8,3) |
| LAD _{MV} | 8,06 (10,1) | RVW | 1,16 (1,3) |
| LVW | 1,45 (1,5) | IVS | 2,01 (2,6) |
| Ao-Sinus | 6,7 (8,1) | PAD _{PV} , PAD | 6,69 (5,4), 7,29 (6,2) |

Blutflussmessungen

Die Messungen des Blutflusses im rechtsventrikulären Ausflusstrakt (RVAT) vor der Valva pulmonalis, in der Pulmonalklappe (V. p.), in die Arteria pulmonalis (A. p.), in der Aorta ascendens und in der A. carotis communis (A. c. c.) lieferten bei den aufgelisteten Parametern Abweichungen von den Werten der Kontrollgruppe (*Tabelle 40 und 41, S. 68*). Die Spektralflussprofile in der A. carotis communis zeigten eine regelmäßige Wellenform ohne retrograde Flusserscheinungen. Das Schlagvolumen (SV) und die Herzauswurfmengen (CO) sind noch deutlicher als in den lungenkranken Gruppen erhöht. Die gemittelten Geschwindigkeiten (TAMAX, TAV) aus der A. carotis stiegen bei Patientin 20 und in den Gruppen 2 und 3 an. Die Blutflussvolumina (BFV) in der A. carotis erhöhten sich ebenfalls, wie auch in Gr. 3. Ausnahme bildet das auch in den Gruppen der lungenkranken Pferde gesunkene diastolische Flussvolumen (BFV_{Td}).

Ergebnisse

Tabelle 40: Ergebnisse der PW-Dopplermessungen der Patientin 20. Die Pfeile geben die Tendenz der Abweichung vom Kontrollmedian an. Parameter siehe vorn im Abkürzungsverzeichnis S. IV ff.

| Parameter | Messlokalisation | | | | |
|---------------------------|------------------|--------------|--------------|------------|-------------|
| | im RVAT | an der V. p. | in der A. p. | A. c. c. | Aorta |
| Vmax/SPV [m/s] | -1,030 ↑ | -1,206 ↑ | -1,074 ↓ | -1,028 ↑ | -0,829 ↓ |
| EVmin/EDV[m/s] | -0,230 ↑ | -0,207 ↑ | -0,189 ↑ | 0,128 ↑ | -0,183 ↓ |
| t _a [s] | 0,139 ↓ | 0,173 ↓ | 0,161 ↓ | 0,154 ↓ | 0,170 ↑ |
| A [s] | 9,846 ↑ | 7,382 ↑ | 6,744 ↑ | 6,990 ↑ | -6,111 ↓ |
| PEP [s] | 0,068 ↑ | 0,043 ↓ | 0,046 ↓ | 0,138 | 0,077 ↓ |
| ET a [s] | 0,487 ↓ | 0,480 ↓ | 0,505 ↓ | 0,426 ↓ | 0,516 ↓ |
| EMS a [s] | 0,534 ↓ | 0,508 ↓ | 0,542 ↓ | 0,552 ↓ | 0,562 ↓ |
| RVAZ [s] | | 1,410 ↓ | 1,512 ↓ | | |
| t _a / RVAZ [%] | | 12,3 ↓ | 10,6 ↓ | | |
| VTI [cm] | 35,228 ↓ | 41,730 ↓ | 35,960 ↓ | | 34,896 ↓ |
| RR [s]; HF | 1,460 ↓; 41 | 1,418 ↓; 42 | 1,520 ↓; 39 | 1,55 ↓; 40 | 1,538 ↓; 39 |
| S/D-Verhältnis | | | | 8,030 ↑ | |
| Pulsatility Index | | | | 2,6 ↓ | |
| Resistive Index | | | | 0,886 ↑ | |

Tabelle 41: Blutflussvolumen von Patientin 20 an den 5 Messlokalisationen. Die Flussvolumina sind mit den in Kapitel 2.6, S. 23ff angegebenen Formeln berechnet. Die Werte der Kontrollen sind in Klammern.

| | |
|---|---------------------|
| Pulmonalklappe SV [ml/kg] | 4,642 (1,767) |
| Pulmonalklappe CO [l/min/kg] | 0,196 (0,060) |
| Aorta BFV [ml/min/kg] | 2,237 (2,384) |
| A.carotis TAMAX [cm/s] | 34,728 (26,487) |
| A.carotis TAV [cm/s] | 23,208 (18,437) |
| A.carotis TAV _{sys} [cm/s] | 47,604 (36,667) |
| A.carotis TAV _{dias} [cm/s] | 13,564 (11,860) |
| A.carotis BFVTX [ml/min/kg] | 5,110 (3,160) |
| A.carotis BFVT [ml/min/kg] | 3,145 (2,198) |
| A.carotis BFVT _s [ml/min] | 683,689 (792,79) |
| A.carotis BFVT _d [ml/min] | 452,644 (508,72) |
| A.carotis BFVT _{sd} [ml/min/kg] | 3,596 (2,373) |