

3. ERGEBNISSE

3.1. Zytokinmessungen

Nach Beendigung der 20 minütigen Beatmungszeit wurden die Konzentration von TNF- α im Serum und in der Lavageflüssigkeit jedes Tieres einschließlich der nichtbeatmeten Kontrolltiere gemessen. Abb. 4a und 4b zeigen die TNF- α Konzentrationen im alveolaren (Lavage) und systemischen Kompartiment (Serum) nach intratrachealer Applikation von Kochsalz (weiße Balken), LPS (schwarze Balken) und LPS plus Vorbehandlung mit Surfactant (graue Balken). Alle Gruppen wurden mit einem inspiratorischen Spitzendruck (PIP) in Höhe von 45 cm H₂O beatmet. Gruppen 1, 5 und 9 mit ZEEP (Abb. 4a), Gruppen 2, 6 und 10 mit einem PEEP in Höhe von 10 cm H₂O (Abb. 4b). In den beiden Abb. 4a und 4b wird deutlich, dass es in der Lunge nach LPS Gabe zu einer signifikanten Produktion von TNF- α gekommen war, im Vergleich zur TNF- α Produktion nach Kochsalzapplikation. Wie in Abb. 4a demonstriert, ist nach lungenschädigender Beatmungsstrategie (ZEEP) ein deutlicher Übertritt von TNF- α aus der Lunge (Lavage) in den Blutkreislauf (Serum) zu verzeichnen.

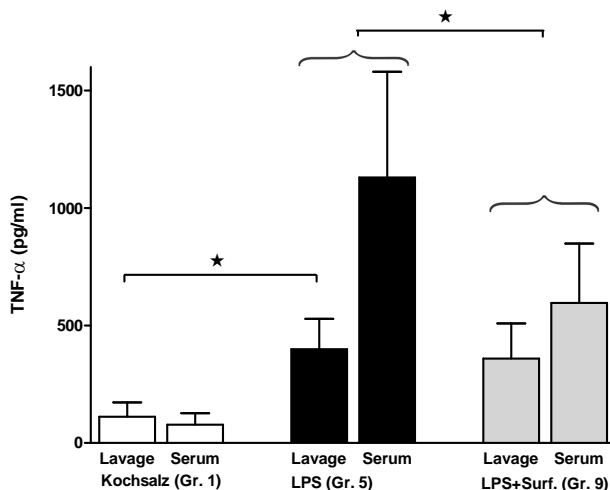


Abbildung 4a.

Konzentration von TNF- α nach intratrachealer Appl. von Kochsalz (weiße Balken), LPS (schwarze Balken) und LPS plus Vorbehandlung mit Surfactant (graue Balken) in Lavageflüssigkeit und Serum. Beatmung mit einem PIP von 45 cm H₂O und ZEEP.

* $p < 0,05$; \frown = Dekompartimentalisierung

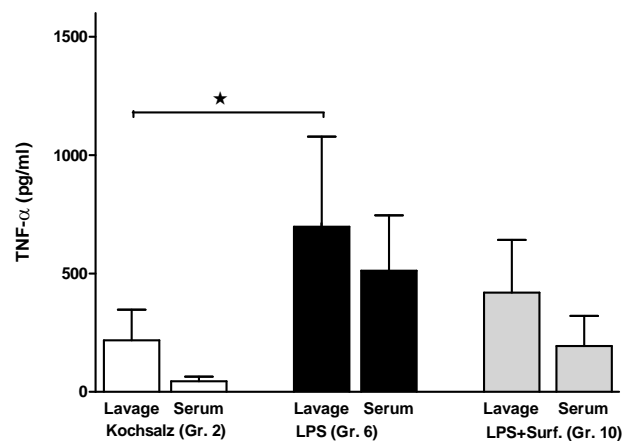


Abbildung 4b.

Konzentration von TNF- α nach intratrachealer Appl. von Kochsalz (weiße Balken), LPS (schwarze Balken) und LPS plus Vorbehandlung mit Surfactant (graue Balken) in Lavageflüssigkeit und Serum. Beatmung mit einem PIP von 45 cm H₂O und 10 cm H₂O PEEP.

* $p < 0,05$; \frown = Dekompartimentalisierung

Dieser Verlust der Kompartimentalisierung wurde durch die Gabe von Surfactant signifikant reduziert.

Die Abb. 4c und 4d zeigen in gleicher Weise die TNF- α Konzentrationen im alveolaren (Lavage) und systemischen Kompartiment (Serum), jedoch nach intraperitonealer Applikation von Kochsalz (weiße Balken), LPS (schwarze Balken) und LPS plus Vorbehandlung mit Surfactant (graue Balken).

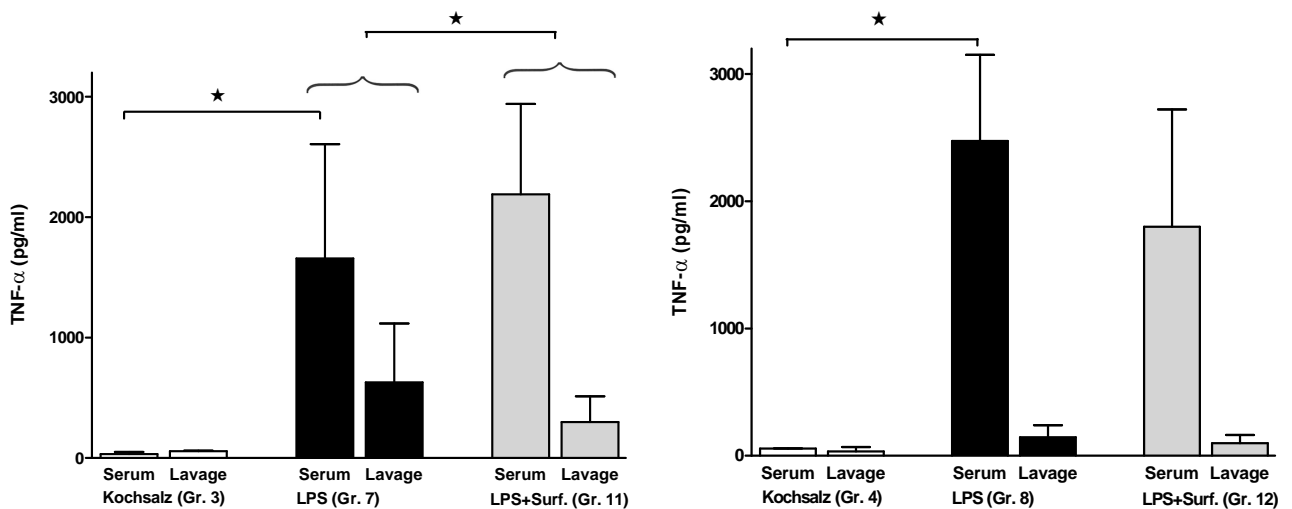


Abbildung 4c.

Konzentration von TNF- α nach intraperitonealer Appl. von Kochsalz (weiße Balken), LPS (schwarze Balken) und LPS plus Vorbehandlung mit Surfactant (graue Balken) in Serum und Lavageflüssigkeit. Beatmung mit einem PIP von 45 cm H₂O und ZEEP.

* p < 0,05; \frown = Dekompartimentalisierung

Abbildung 4d.

Konzentration von TNF- α nach intraperitoneal Appl. von Kochsalz (weiße Balken), LPS (schwarze Balken) und LPS plus Vorbehandlung mit Surfactant (graue Balken) in Serum und Lavageflüssigkeit. Beatmung mit einem PIP von 45 cm H₂O und 10 cm H₂O PEEP.

* p < 0,05; \frown = Dekompartimentalisierung

Alle Gruppen wurden wiederum mit einem inspiratorischen Spitzendruck (PIP) in Höhe von 45 cm H₂O beatmet. Gruppen 3, 7 und 11 mit ZEEP (Abb. 4c), Gruppen 4, 8 und 12 mit einem PEEP in Höhe von 10 cm H₂O (Abb. 4d). Es zeigt sich, dass es auch im intraperitonealen, mit LPS stimulierten Kompartiment zu einer signifikanten Bildung von TNF- α kam, im Vergleich zur intraperitonealen Kochsalzgabe. Weiterhin wird deutlich, dass sich auch hier der Verlust der Kompartimentalisierung nach Beatmung mit ZEEP durch eine zusätzliche Surfactantgabe signifikant vermindern ließ.

In den Abb. 4e - h wird der Einfluss von PEEP in den einzelnen Gruppen, die LPS erhalten hatten, einer Beatmung mit ZEEP gegenübergestellt. Es lässt sich feststellen, dass die Anwendung eines PEEP-Wertes von 10 cm H₂O sowohl nach intratrachealer als auch intraperitonealer Applikationsweise von LPS zu einer signifikanten Reduktion der Dekompartimentalisierung von TNF- α führte.

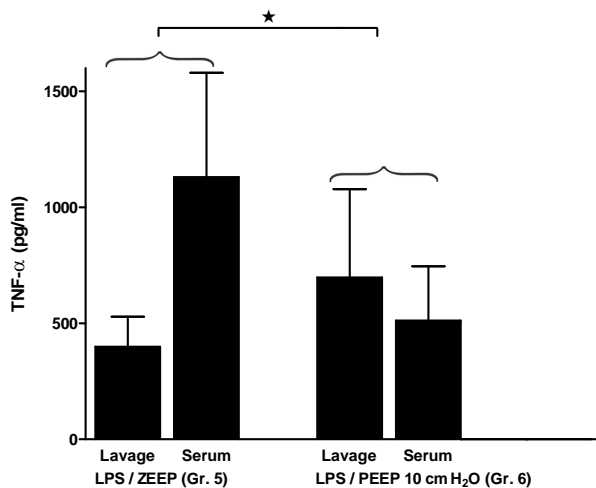


Abbildung 4e.

Konzentration von TNF- α nach intratrachealer Appl. von LPS in Lavageflüssigkeit und Serum. Beatmung mit einem PIP von 45 cm H₂O und ZEEP (Gr. 5) bzw. 10 cm H₂O PEEP (Gr. 6).

* p < 0,05; \frown = Dekompartimentalisierung

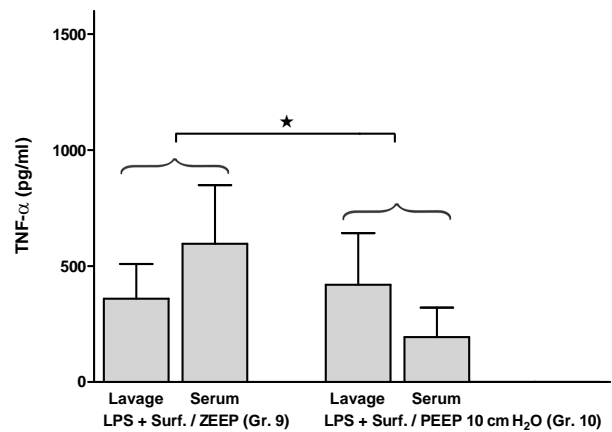


Abbildung 4f.

Konzentration von TNF- α nach intratrachealer Appl. von LPS plus Vorbehandlung mit Surfactant in Lavageflüssigkeit und Serum. Beatmung mit einem PIP von 45 cm H₂O und ZEEP (Gr.9) bzw. 10 cm H₂O PEEP (Gr. 10).

* p < 0,05; \frown = Dekompartimentalisierung

Auch bei einer Vorbehandlung mit Surfactant, die für sich allein genommen bereits zu einer signifikanten Abnahme der Dekompartimentalisierung bei lungenschädigender Beatmung (ZEEP) geführt hatte, konnte die Anwendung von PEEP eine weitere signifikante Minderung des Kompartimentalisierungsverlustes bewirken.

Die mittleren Zytokinwerte der Kontrollgruppe, die keine Applikationen erhielt und nicht beatmet wurde, sind mit 12 pg/ml in der Lavageflüssigkeit und 19 pg/ml im Serum vernachlässigbar und werden daher nicht in den Abbildungen berücksichtigt.

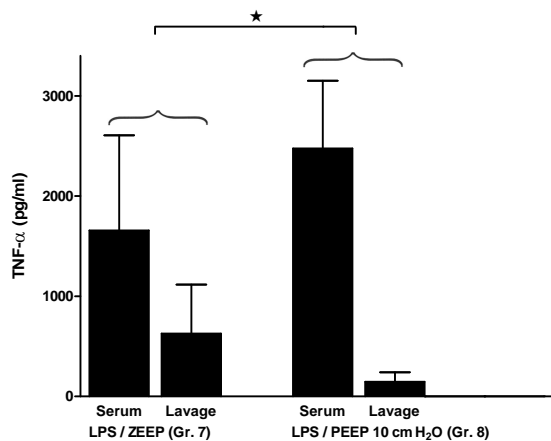


Abbildung 4g.

Konzentration von TNF- α nach intraperitonealer Appl. von LPS in Serum und Lavageflüssigkeit. Beatmung mit einem PIP von 45 cm H₂O und ZEEP (Gr. 7) bzw. 10 cm H₂O PEEP (Gr. 8).

* p < 0,05; \frown = Dekompartimentalisierung

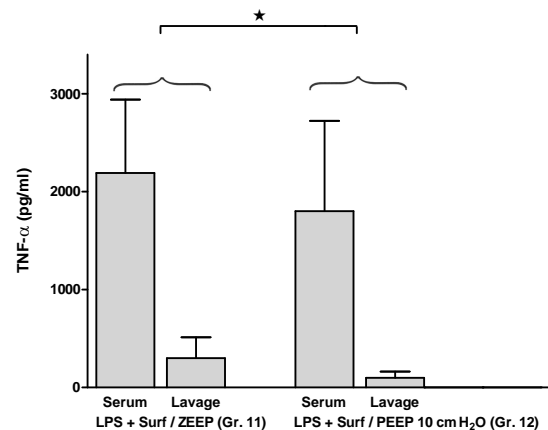


Abbildung 4h.

Konzentration von TNF- α nach intraperitonealer Appl. von LPS plus Vorbehandlung mit Surfactant in Serum und Lavageflüssigkeit. Beatmung mit einem PIP von 45 cm H₂O und ZEEP (Gr. 11) bzw. 10 cm H₂O PEEP (Gr. 12).

* p < 0,05; \frown = Dekompartimentalisierung

3.2. Blutgase und mittlerer arterieller Blutdruck

In den Tabellen 2a - c werden die Durchschnittswerte des Sauerstoffpartialdrucks (PaO₂), Kohlendioxidpartialdrucks (PaCO₂) und arteriellen Mitteldrucks (MAP) über den Verlauf der 20 minütigen Beatmungsdauer wiedergegeben. Nach einer Minute waren die PaO₂-Werte in allen Gruppen vergleichbar, diese nahmen jedoch in den Gruppen, die ohne PEEP beatmet wurden und kein Surfactant erhalten hatten (Gruppen 1, 3, 5 und 7) nach 20 Minuten signifikant ab, während sie in den mit PEEP ventilierten Gruppen (2, 4, 6 und 8) stabil blieben. Bei zusätzlicher Surfactantapplikation wurden die PaO₂-Ausgangswerte auch ohne Anwendung von PEEP aufrechterhalten. Die PaCO₂-Werte waren in den mit ZEEP beatmeten Gruppen grundsätzlich niedriger als in den mit PEEP ventilierten Gruppen, was die massive Hyperventilation der Tiere ohne einen positiven endexpiratorischen Druck anzeigte. Außerdem ließ sich nach alleiniger LPS Applikation in den Gruppen mit PEEP-Beatmung ein teilweise signifikanter Trend zu höheren PaCO₂ Werten nachweisen, als nach Kochsalz bzw. LPS + Surfactant Administration und PEEP. Der arterielle Mitteldruck war während der gesamten Beobachtungszeit von 20 Minuten innerhalb der Gruppen vergleichbar.

Gruppe		1 (intratracheale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ ZEEP)	2 (intratracheale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ PEEP)	3 (intraperitoneale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ ZEEP)	4 (intraperitoneale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ PEEP)
PaO ₂	1 min	635 ± 28	612 ± 31	580 ± 13	571 ± 28
	10 min	590 ± 82	626 ± 33	572 ± 27	567 ± 34
	20 min	383 ± 135 ^{2,4,6,8,9,10,11,12}	620 ± 31 ^{1,3,5,7}	265 ± 109 ^{2,4,6,8,9,10,11,12}	600 ± 9 ^{1,3,5,7}
PaCO ₂	1 min	20 ± 6 ^{2,4,6,8,10,12}	36 ± 5 ^{1,3,5,7,9,11}	24 ± 2 ^{2,6,8,10,12}	33±9 ^{1,3,4,5,6,8,9,11}
	10 min	23 ± 3 ^{2,4,6,8,10,12}	37 ± 6 ^{1,3,5,7,9,11}	24 ± 3 ^{2,4,6,8,12}	41 ± 7 ^{1,3,5,7,9,10,11}
	20 min	24 ± 3 ^{2,4,6,8,10,12}	38 ± 6 ^{1,3,5,7,9,11}	26 ± 4 ^{2,4,5,6,8,12}	42 ± 5 ^{1,3,5,7,9,10,11}
MAP	1 min	59 ± 15 ^{3,4}	66 ± 12 ⁴	83 ± 22 ^{1,10,12}	91 ± 6 ^{1,2,6,9,10,12}
	10 min	92 ± 39	69 ± 24	94 ± 17	81 ± 11
	20 min	81 ± 31	66 ± 14 ^{4,8,12}	80 ± 19	91 ± 6 ^{2,5,9,11}

37

Tabelle 2a.

Verlaufswerte der Blutgase (PaO₂, PaCO₂ in mmHg) und des mittleren arteriellen Blutdrucks (MAP in mmHg) nach Kochsalzapplikation.

Statistische Unterschiede sind angegeben. ¹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 1, ² signifikanter Unterschied zu Gruppe 2, ³ signifikanter Unterschied zu Gruppe 3, ⁴ signifikanter Unterschied zu Gruppe 4, ⁵ signifikanter Unterschied zu Gruppe 5, ⁶ signifikanter Unterschied zu Gruppe 6, ⁷ signifikanter Unterschied zu Gruppe 7, ⁸ signifikanter Unterschied zu Gruppe 8, ⁹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 9, ¹⁰ signifikanter Unterschied zu Gruppe 10, ¹¹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 11, ¹² signifikanter Unterschied zu Gruppe 12.

Gruppe		5 (intratracheale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ ZEEP)	6 (intratracheale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ PEEP)	7 (intraperitoneale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ ZEEP)	8 (intraperitoneale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ PEEP)
PaO ₂	1 min	614 ± 36	606 ± 28	591 ± 19	576 ± 24
	10 min	472 ± 88 ^{2,6,8,9,10,11,12}	617 ± 29 ⁵	582 ± 58	598 ± 12 ⁵
	20 min	378 ± 152 ^{2,4,6,8,9,10,11,12}	603 ± 33 ^{1,3,5,7}	314 ± 187 ^{2,4,6,8,9,10,11,12}	606 ± 11 ^{1,3,5,7}
PaCO ₂	1 min	25 ± 4 ^{2,6,8,10,12}	42 ± 7 ^{1,3,4,5,7,9,10,11,12}	26 ± 3 ^{2,6,8}	41 ± 5 ^{1,3,4,5,7,9,10, 11,12}
	10 min	20 ± 3 ^{2,4,6,8,10,12}	40 ± 10 ^{1,3,5,7,9,11}	20 ± 3 ^{2,4,6,8,10,12}	43 ± 4 ^{1,3,5,7,9,10, 11,12}
	20 min	17 ± 3 ^{2,3,4,6,8,10,12}	42 ± 9 ^{1,3,5,7,9,10,11}	22 ± 4 ^{2,4,6,8,10}	44 ± 5 ^{1,3,5,7,9,10,11,12}
MAP	1 min	72 ± 13 ¹⁰	62 ± 22 ⁴	80 ± 19 ¹⁰	79 ± 1 ¹⁰
	10 min	79 ± 19	74 ± 26	88 ± 9	94 ± 9
	20 min	62 ± 2 ^{4,6,8,12}	88 ± 2 ^{5,9,11}	70 ± 9 ^{8,12}	94 ± 1 ^{2,5,7,9,11}

88

Tabelle 2b.

Verlaufswerte der Blutgase (PaO₂, PaCO₂ in mmHg) und des mittleren arteriellen Blutdrucks (MAP in mmHg) nach LPS Applikation.

Statistische Unterschiede sind angegeben. ¹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 1, ² signifikanter Unterschied zu Gruppe 2, ³ signifikanter Unterschied zu Gruppe 3, ⁴ signifikanter Unterschied zu Gruppe 4, ⁵ signifikanter Unterschied zu Gruppe 5, ⁶ signifikanter Unterschied zu Gruppe 6, ⁷ signifikanter Unterschied zu Gruppe 7, ⁸ signifikanter Unterschied zu Gruppe 8, ⁹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 9, ¹⁰ signifikanter Unterschied zu Gruppe 10, ¹¹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 11, ¹² signifikanter Unterschied zu Gruppe 12.

Gruppe		9 (intratracheale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ ZEEP)	10 (intratracheale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ PEEP)	11 (intraperitoneale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ ZEEP)	12 (intraperitoneale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ PEEP)
PaO ₂	1 min	610 ± 56	630 ± 42	604 ± 46	597 ± 38
	10 min	573 ± 92 ⁵	646 ± 45 ⁵	587 ± 73 ⁵	604 ± 50 ⁵
	20 min	559 ± 108 ^{1,3,5,7}	677 ± 33 ^{1,3,5,7}	565 ± 129 ^{1,3,5,7}	636 ± 36 ^{1,3,5,7}
PaCO ₂	1 min	25 ± 3 ^{2,6,8,10,12}	33 ± 4 ^{1,3,5,6,8,9,11}	24 ± 4 ^{2,6,8,10,12}	33 ± 5 ^{1,3,5,6,8,9,11}
	10 min	26 ± 3 ^{2,4,6,8,10}	32 ± 5 ^{1,4,5,7,8}	27 ± 5 ^{2,4,6,8}	34 ± 7 ^{1,3,5,7,8,9}
	20 min	25 ± 4 ^{2,4,6,8,12}	33 ± 7 ^{1,4,5,6,7,8}	25 ± 7 ^{2,4,6,8,12}	35 ± 7 ^{1,3,5,8,9,11}
MAP	1 min	61 ± 17 ⁴	45 ± 11 ^{3,4,5,7,8,11}	73 ± 16 ¹⁰	59 ± 18 ^{3,4}
	10 min	65 ± 15	82 ± 26	78 ± 26	91 ± 20
	20 min	64 ± 23 ^{4,6,8,12}	82 ± 26	62 ± 2 ^{4,6,8,12}	98 ± 2 ^{2,5,7,9,11}

68

Tabelle 2c.

Verlaufswerte der Blutgase (PaO₂, PaCO₂ in mmHg) und des mittleren arteriellen Blutdrucks (MAP in mmHg) nach LPS Applikation und Vorbehandlung mit Surfactant.

Statistische Unterschiede sind angegeben. ¹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 1, ² signifikanter Unterschied zu Gruppe 2, ³ signifikanter Unterschied zu Gruppe 3, ⁴ signifikanter Unterschied zu Gruppe 4, ⁵ signifikanter Unterschied zu Gruppe 5, ⁶ signifikanter Unterschied zu Gruppe 6, ⁷ signifikanter Unterschied zu Gruppe 7, ⁸ signifikanter Unterschied zu Gruppe 8, ⁹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 9, ¹⁰ signifikanter Unterschied zu Gruppe 10, ¹¹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 11, ¹² signifikanter Unterschied zu Gruppe 12.

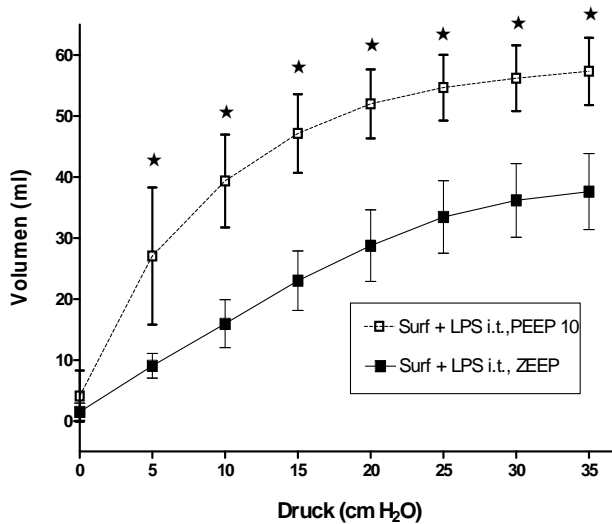


Abbildung 5a.

Druck / Volumen-Kurve nach intratrachealer Appl. von Surfactant und LPS und Beatmung mit einem PIP von 45 cm H₂O und ZEEP (■) bzw. PEEP 10 cm H₂O (□). * p < 0,05

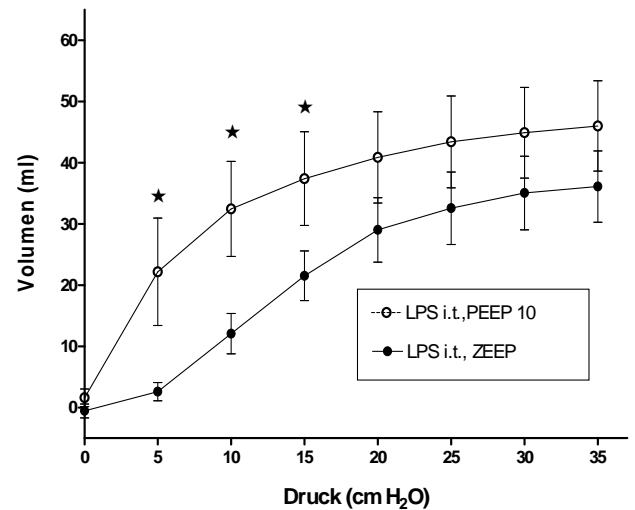


Abbildung 5b.

Druck / Volumen-Kurve nach intratrachealer Appl. von LPS und Beatmung mit einem PIP von 45 cm H₂O und ZEEP (●) und einem PEEP-Wert von 10 cm H₂O (○). * p < 0,05

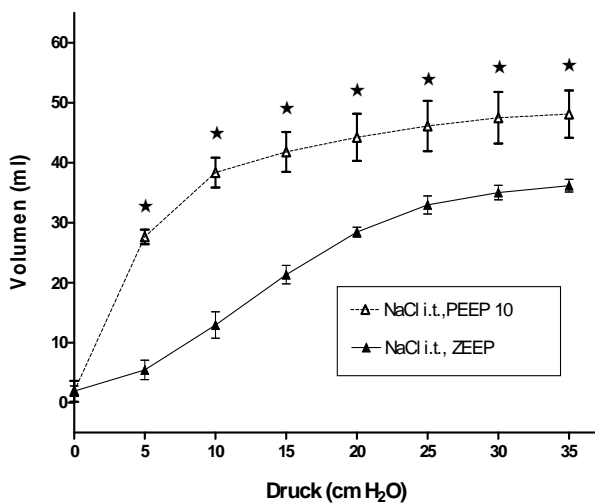


Abbildung 5c.

Druck / Volumen-Kurve nach intratrachealer Appl. von Kochsalz und Beatmung mit einem PIP von 45 cm H₂O und ZEEP (▲) und einem PEEP-Wert von 10 cm H₂O (△). * p < 0,05

3.3. Druck / Volumen-Kurven

In den Abb. 5a-c werden die Druck / Volumenkurven nach intratrachealer Applikation von LPS plus Vorbehandlung mit Surfactant (Abb. 5a), LPS (Abb. 5b) sowie Kochsalzlösung (Abb. 5c) dargestellt. Es zeigt sich, dass die Volumenwerte während der Deflation nach Anwendung von PEEP für fast jeden Druckwert signifikant über den Volumenwerten liegen, die sich ohne PEEP-Beatmung finden. Die Ergebnisse der Druck / Volumenkurven nach intraperitonealer Applikationsweise stellen sich in ähnlicher Weise dar. Auf eine grafische Wiedergabe wird deshalb verzichtet.

3.4. Laborwerte

Die Tabellen 2 a – c geben die gemessenen Laborwerte wieder.

3.4.1. Grünwaldindex

Der Grünwaldindex als ein Marker für das Surfactantsystem in vivo ist in den mit ZEEP ventilierten Gruppen signifikant niedriger als in den Gruppen, die mit einem PEEP von 10 cm H₂O beatmet wurden. Dabei führte zusätzliche Surfactantgabe und ZEEP zu höheren Werten als die alleinige Applikation von Kochsalzlösung oder LPS, signifikant wurde dies jedoch nur bei intraperitonealer Applikationsweise. Der Grünwaldindex der Kontrollgruppe unterschied sich nicht signifikant von den Indices der Gruppen, die mit einem PEEP von 10 cm H₂O ventiliert wurden.

3.4.2. Maximale Compliance (C_{max})

Die Ergebnisse für C_{max} als einen weiteren lungenmechanischen Parameter unterstreichen die vorher gefundenen Resultate. So zeigen sich in den mit PEEP beatmeten Gruppen signifikant höhere Werte für C_{max} , unabhängig von Applikationsweise (intratracheal oder intraperitoneal) und applizierter Substanz (Kochsalz, LPS oder LPS + Surfactant). Dabei sind diese Werte auch signifikant höher als C_{max} der Kontrollgruppe, da durch den angewandten Beatmungsmodus PIP 45 cm H₂O und 10 cm H₂O PEEP die bei jeder chirurgischen Intervention auftretenden Atelektasen wiedereröffnet werden und dies zu einer höheren Elastizität der Lunge beiträgt.

3.4.3. Proteinkonzentration in der Lavage

Nach Kochsalz - und alleiniger LPS Applikation fanden sich in den mit ZEEP beatmeten Gruppen die höchsten Werte. Die Anwendung von PEEP verringerte diese signifikant. Wurde zusätzlich Surfactant verabreicht, waren die Proteinkonzentrationen in allen Gruppen signifikant niedriger. Mit der Anwendung von PEEP waren die Werte mit $0,42 \pm 0,15$ mg/ml nach intratrachealer und signifikant mit $0,15 \pm 0,08$ mg/ml nach intraperitonealer Surfactantapplikation sogar noch geringer als der Wert in der

Kontrollgruppe mit $0,51 \pm 0,03$ mg/ml. Auch ohne PEEP führte Surfactant zu einer Halbierung der Werte, die sich in der Lavageflüssigkeit nach Kochsalz - und alleiniger LPS Gabe nachweisen ließen.

3.4.4. Surfactantsystem

Nach der quantitativen Bestimmung der inaktiven (SA) und aktiven (LA) Subfraktionen, wurde der Quotient SA/LA berechnet, mit dem sich eine Aussage über den Funktionszustand des Surfactantsystems treffen lässt. Hohe Werte zeigen einen Überschuss an inaktiven Surfactantaggregaten an; die vielfältigen Wirkungen des die Oberflächenspannung herabsetzenden Moleküls auf Lungenelastizität und Integrität der alveolokapillären Membran werden dadurch gestört. Nach Kochsalz - und LPS Administration war in den mit ZEEP beatmeten Gruppen die SA/LA Ratio signifikant erhöht verglichen mit den Gruppen, bei denen PEEP angewandt wurde (Tab. 2a,b). Zusätzliche Surfactantapplikation verringerte den Quotienten in den vergleichbaren Gruppen ohne PEEP signifikant (Gruppe 9 vs 1 und 5; Gruppe 11 vs 3 und 7). Bei den mit PEEP ventilierten Gruppen war die Ratio ebenfalls erniedrigt, nach intraperitonealer Applikationsweise sogar signifikant. Der Wert für den Quotienten aus SA und LA betrug in der Kontrollgruppe $0,47 \pm 0,12$. Nach LPS + Surfactantapplikation war dieser in den mit PEEP beatmeten Gruppe (Gruppen 10 und 12, siehe Tab. 2c) mit $0,27 \pm 0,08$ bzw. $0,21 \pm 0,06$ niedriger als in der Kontrollgruppe. Obwohl dieser Abfall nicht signifikant war, machte sich doch die zusätzliche Gabe von Surfactant, welches zu 95 % aus aktiven Aggregaten besteht, bemerkbar. Die Werte für LA waren in diesen beiden Gruppen signifikant gegenüber allen anderen Gruppen erhöht.

Gruppe	1 (intratracheale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ ZEEP)	2 (intratracheale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ PEEP)	3 (intraperitoneale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ ZEEP)	4 (intraperitoneale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ PEEP)
Rückgewonnene Lavageflüssigkeit (%)	89 ± 2	88 ± 2	87 ± 2	91 ± 2
Grünwald Index	0,33 ± 0,07 ^{2,4,6,8,10,11,12,13}	0,98 ± 0,06 ^{1,3,4,5,7,9,11}	0,37 ± 0,18 ^{2,4,6,8,10,12,13}	1,1 ± 0,07 ^{1,3,5,6,7,9,10,11}
Cmax (ml/cm H ₂ O/kg)	1,68 ± 0,13 ^{2,4,6,8,10,12,13}	5,15 ± 0,13 ^{1,3,5,7,9,11,13}	1,75 ± 0,03 ^{2,4,6,8,10,12,13}	5,48 ± 0,48 ^{1,3,5,6,7,9,11,13}
Proteinkonzentration in der Lavageflüssigkeit (ml/mg)	2,16 ± 0,14 ^{2,4,6,8,9,10,11,12,13}	0,96 ± 0,39 ^{1,3,5,6,7,10,12,13}	2,07 ± 0,19 ^{2,4,6,8,9,10,11,12,13}	0,90 ± 0,09 ^{1,3,5,6,7,10,12,13}
Gesamtmenge Phosphor in SA (mmol)	2,61 ± 0,42 ^{2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13}	0,89 ± 0,53 ^{1,3,5,6,7}	1,79 ± 0,57 ^{1,2,4,8,9,10,11,12,13}	0,69 ± 0,55 ^{1,3,5,6,7}
Gesamtmenge Phosphor in LA (mmol)	0,62 ± 0,29 ^{6,10,12}	0,71 ± 0,05 ^{6,10,12}	0,39 ± 0,15 ^{6,10,12}	0,71 ± 0,15 ^{6,10,12}
SA / LA Ratio	3,31 ± 0,81 ^{2,3,4,6,7,8,9,10,12,13}	1,29 ± 0,77 ^{1,3,5,7}	5,11 ± 2,77 ^{1,2,4,5,6,8,9,10,11,12,13}	0,89 ± 0,61 ^{1,3,5,7}

35

Tabelle 3a.

Laborwerte nach Kochsalz Applikation.

Statistische Unterschiede sind angegeben. ¹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 1, ² signifikanter Unterschied zu Gruppe 2, ³ signifikanter Unterschied zu Gruppe 3, ⁴ signifikanter Unterschied zu Gruppe 4, ⁵ signifikanter Unterschied zu Gruppe 5, ⁶ signifikanter Unterschied zu Gruppe 6, ⁷ signifikanter Unterschied Gruppe 7, ⁸ signifikanter Unterschied zu Gruppe 8, ⁹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 9, ¹⁰ signifikanter Unterschied zu Gruppe 10, ¹¹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 11, ¹² signifikanter Unterschied zu Gruppe 12, ¹³ signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe.

Gruppe	5 (intratracheale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ ZEEP)	6 (intratracheale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ PEEP)	7 (intraperitoneale Appl. PIP 45 cm H ₂ O/ ZEEP)	8 (intraperitoneale Appl. PIP 45 / PEEP)
Rückgewonnene Lavageflüssigkeit (%)	90 ± 2	88 ± 3	89 ± 3	90 ± 1
Grünwald Index	0,24 ± 0,06 ^{2,4,6,8,9,10,11,12,13}	0,83 ± 0,21 ^{1,3,4,5,7,8,9,11}	0,32 ± 0,09 ^{2,4,6,8,10,11,12,13}	1,06 ± 0,02 ^{1,3,5,6,7,9,10,11}
Cmax (ml/cm H ₂ O/kg)	2,41 ± 0,66 ^{2,4,6,8,10,12,13}	4,52 ± 1,02 ^{1,3,4,5,7,9,11,12}	1,94 ± 0,41 ^{2,4,6,8,10,12,13}	4,99 ± 0,49 ^{1,3,5,7,9,11,12}
Proteinkonzentration in der Lavageflüssigkeit (ml/mg)	2,00 ± 0,21 ^{2,4,6,8,9,10,11,12,13}	1,35 ± 0,37 ^{1,2,3,4,5,7,8,9, 10,11,12,13}	2,17 ± 0,29 ^{2,4,6,8,9,10, 11,12,13}	0,95 ± 0,18 ^{1,3,5,6,7,10, 12,13}
Gesamtmenge Phosphor in SA (mmol)	2,10 ± 0,73 ^{2,4,7,8,9,10,11, 12,13}	1,65 ± 0,53 ^{1,2,4,8,9,10,11,12,13}	1,55 ± 0,29 ^{1,2,4,5,8,9,10,12,13}	0,77 ± 0,30 ^{1,3,5,6,7}
Gesamtmenge Phosphor in LA (mmol)	0,71 ± 0,18 ^{6,10,12}	1,20 ± 0,28 ^{1,2,3,4,5,7,10,11,12,13}	0,30 ± 0,13 ^{6,8,9,10,12}	0,85 ± 0,36 ^{7,10,12}
SA / LA Ratio	3,17 ± 1,40 ^{2,3,4,6,7,8,9,10, 12,13}	1,47 ± 0,64 ^{1,3,5,7}	5,78 ± 2,09 ^{1,2,4,5,6,8,9,10,11,12,13}	1,02 ± 0,62 ^{1,3,5,7}

Tabelle 3b.

Laborwerte nach LPS Applikation.

Statistische Unterschiede sind angegeben. ¹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 1, ² signifikanter Unterschied zu Gruppe 2, ³ signifikanter Unterschied zu Gruppe 3, ⁴ signifikanter Unterschied zu Gruppe 4, ⁵ signifikanter Unterschied zu Gruppe 5, ⁶ signifikanter Unterschied zu Gruppe 6, ⁷ signifikanter Unterschied Gruppe 7, ⁸ signifikanter Unterschied zu Gruppe 8, ⁹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 9, ¹⁰ signifikanter Unterschied zu Gruppe 10, ¹¹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 11, ¹² signifikanter Unterschied zu Gruppe 12, ¹³ signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe.

Gruppe	9 (intratracheale Appl. PIP 45 / ZEEP)	10 (intratracheale Appl. PIP 45 / PEEP)	11 (intraperitoneale Appl. PIP 45 / ZEEP)	12 (intraperitoneale Appl. PIP 45 / PEEP)	Kontrollgruppe Keine Appl. Keine Beatmung
Rückgewonnene Lavageflüssigkeit (%)	91 ± 1	88 ± 1	89 ± 2	90 ± 1	88 ± 2
Grünwald Index	0,44 ± 0,07 ^{2,4,6,8,10,12,13}	0,82 ± 0,23 ^{1,3,4,5,7,8,9,11,13}	0,52 ± 0,13 ^{1,2,4,5,6,7,8,10,12,13}	0,97 ± 0,04 ^{1,3,5,7,9,11}	0,99 ± 0,07 ^{1,3,5,7,9,11}
Cmax (ml/cm H ₂ O/kg)	1,73 ± 0,39 ^{2,4,6,8,10,12,13}	5,06 ± 1,05 ^{1,3,5,7,9,11,13}	1,99 ± 0,46 ^{2,4,6,8,10,12,13}	5,91 ± 0,81 ^{1,3,5,6,7,8,9,11,13}	4,11 ± 0,60 ^{1,2,3,4,5,7,9,10,11,12}
Proteinkonzentration in der Lavageflüssigkeit (ml/mg)	1,06 ± 0,11 ^{1,3,5,6,7,10,12,13}	0,43 ± 0,13 ^{1,2,3,4,5,6,7,11,12}	1,03 ± 0,14 ^{2,4,6,8,9,10,11,12,13}	0,16 ± 0,07 ^{1,2,3,4,5,6,7,10,11,13}	0,51 ± 0,03 ^{1,2,3,5,6,7,8,9,11,12}
Gesamtmenge Phosphor in SA (mmol)	0,94 ± 0,28 ^{1,3,5,6,7,12,13}	0,49 ± 0,16 ^{1,3,5,6,7,11}	1,07 ± 0,31 ^{1,3,5,6,10,12,13}	0,42 ± 0,13 ^{1,3,5,6,7,9,11}	0,33 ± 0,17 ^{1,3,5,6,7,9,11}
Gesamtmenge Phosphor in LA (mmol)	0,83 ± 0,42 ^{7,10,12}	1,81 ± 0,41 ^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,13}	0,68 ± 0,34 ^{6,10,12}	1,98 ± 0,56 ^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,13}	0,65 ± 0,29 ^{6,10,12}
SA / LA Ratio	1,38 ± 0,55 ^{1,3,5,7}	0,26 ± 0,09 ^{1,3,5,7,11}	1,83 ± 0,88 ^{3,7,10,12,13}	0,22 ± 0,02 ^{1,3,5,7,11}	0,47 ± 0,12 ^{1,3,5,7,11}

Tabelle 3c.

Laborwerte nach LPS und Surfactant Applikation.

Statistische Unterschiede sind angegeben. ¹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 1, ² signifikanter Unterschied zu Gruppe 2, ³ signifikanter Unterschied zu Gruppe 3, ⁴ signifikanter Unterschied zu Gruppe 4, ⁵ signifikanter Unterschied zu Gruppe 5, ⁶ signifikanter Unterschied zu Gruppe 6, ⁷ signifikanter Unterschied Gruppe 7, ⁸ signifikanter Unterschied zu Gruppe 8, ⁹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 9, ¹⁰ signifikanter Unterschied zu Gruppe 10, ¹¹ signifikanter Unterschied zu Gruppe 11, ¹² signifikanter Unterschied zu Gruppe 12, ¹³ signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe.