

9 Anhang

9.1 Spiroergometrische Funktionsgrößen nach der 5. Erholungsminute

Tabelle 9-1: Typische Messgrößen der Spiroergometrie (Mittelwert \pm SD sowie Minimal- und Maximalwert) **nach der 5. Erholungsminute** der **gesamten Stichprobe** sowie getrennt nach **Geschlecht**.

	Patienten			Signifikanz
	Gesamt (n = 71/82)	Männlich (n = 38/42)	Weiblich (n = 33/40)	Männlich vs Weiblich
HF [1/min]	127 \pm 15 (93 – 158)	126 \pm 15 (93 – 147)	129 \pm 15 (97 – 158)	ns
VO₂ [ml]	426 \pm 165 (191 – 1173)	471 \pm 199 (200 – 1173)	373 \pm 94 (191 – 619)	0,008
RQ	1,22 \pm 0,12 (0,94 – 1,51)	1,21 \pm 0,11 (0,97 – 1,41)	1,23 \pm 0,13 (0,94 – 1,51)	ns
AF [1/min]	30,5 \pm 7,1 (11,5 – 46,5)	30,2 \pm 7,9 (11,5 – 46,5)	30,9 \pm 6,3 (17,6 – 44,6)	ns
AZV [ml]	776 \pm 280 (349 – 1624)	846 \pm 334 (349 – 1624)	696 \pm 176 (370 – 1122)	0,021
AMV [ml]	22,6 \pm 7,1 (11,1 – 47,2)	24,1 \pm 8,4 (11,1 – 47,2)	20,9 \pm 4,9 (12,1 – 34,8)	ns

HF: Herzfrequenz; VO₂: Sauerstoffaufnahme; RQ: Respiratorischer Quotient; AF: Atemfrequenz; AZV: Atemzugvolumen; AMV: Atemminutenvolumen; ns: nicht signifikant.

9.2 Laktatkorrelationen nach der Stärke des Zusammenhangs

9.2.1 Laktat_{Ruhe}

Signifikant positive Einzelkorrelationen nach der Stärke des Zusammenhangs:

1. HF_{Ruhe} (r=0,349, p=0,001)
2. AMV_{Ruhe} (r=0,326, p=0,003)
3. RQ_{Ruhe} (r=0,296, p=0,007)
4. VO_{2Ruhe} (r=0,264, p=0,016)

9.2.2 Geradengleichungen

Modell 1: $Laktat_{Ruhe} = (0,727) + (0,003214 * AMV_{Ruhe}) + (0,007766 * HF_{Ruhe}) + (0,003896 * \%erwartete\ FVK) + (0,969 * RQ_{Ruhe}) + (0,001494 * Alter) + (-0,00693 * KG)$

9.2.3 Laktat_{max}

Signifikant positive Einzelkorrelationen nach der Stärke des Zusammenhangs:

1. AMV_{max} (r=0,647, p<0,001)
2. absolute P_{max} (r=0,581, p<0,001)
3. absolute FEV1 (r=0,573, p<0,001)
4. %erwartete P_{max} (r=0,569, p<0,001)
5. absolute VO_{2max} (r=0,564, p<0,001)
6. HF_{max} (r=0,560, p<0,001)
7. RQ_{max} (r=0,550, p<0,001)
8. absolute FVK (r=0,549, p<0,001)
9. relative P_{max} (r=0,545, p<0,001)
10. AZV_{max} (r=0,473, p<0,001)
11. absolute MEF50 (r=0,471, p<0,001)
12. %erwartete FVK (r=0,468, p<0,001)
13. SO_{2Ruhe} (r=0,464, p<0,001)
14. relative VO_{2max} (r=0,436, p<0,001)
15. pO_{2Ruhe} (r=0,423, p<0,001)
16. %erwartete FEV1 (r=0,418, p<0,001)
17. AF_{max} (r=0,376, p<0,001)
18. %erwartete MEF50 (r=0,370, p=0,001)
19. AZV_{Ruhe} (r=0,306, p=0,005)
20. pCO_{2max} (r=0,293, p=0,009)
21. BMI (r=0,289, p=0,008)
22. RQ_{Ruhe} (r=0,246, p=0,026)
23. KG (r=0,226, p=0,016)

Signifikant negative Einzelkorrelationen nach der Stärke des Zusammenhangs:

1. BA_{\max} ($r = -0,755$, $p < 0,001$)
2. pH_{\max} ($r = -0,526$, $p < 0,001$)
3. $pO_{2\max}$ ($r = -0,324$, $p = 0,004$)
4. $AZV_{\max}/FEV1$ ($r = -0,300$, $p = 0,006$)

9.2.4 Geradengleichungen

Modell 1: $Laktat_{\max} = (4,647) + (0,00191 * \text{absolute FEV1})$

Modell 2: $Laktat_{\max} = (5,234) + (0,000995 * \text{absolute FVK}) + (1,710 * LG10(\text{absolute MEF50}))$

Modell 3: $Laktat_{\max} = (-5,006) + (5,652 * LG10(\% \text{erwartete FEV1})) + (0,068 * KG)$

9.3 Messgrößen der Spiroergometrie an der 3- und 4mmol-Schwelle

9.3.1 3mmol-Schwelle

Tabelle 9-2: Typische Messgrößen der Spiroergometrie (Mittelwerte \pm SD sowie Minimal- und Maximalwert) an der **3mmol-Schwelle** der **gesamten Stichprobe** und getrennt nach **Geschlecht**.

	Patienten			Signifikanz
	Gesamt (n = 81/82)	Männlich (n = 42)	Weiblich (n = 39/40)	Männlich vs Weiblich
P [W]	*65,2 \pm 32,7 (17 - 215)	76,3 \pm 39,2 (17 - 215)	53,6 \pm 18,1 (28 - 100)	0,001
HF [1/min]	153 \pm 16 (119 - 185)	151 \pm 17 (119 - 183)	156 \pm 14 (128 - 185)	ns
VO₂ [ml/kg*min]	*24,1 \pm 6,7 (14,6 - 39,6)	26,4 \pm 6,6 (16,4 - 39,6)	21,6 \pm 6,0 (14,6 - 38,2)	0,001
AF [1/min]	39,4 \pm 9,3 (23,1 - 63,1)	38,5 \pm 9,2 (23,1 - 59,5)	40,4 \pm 9,4 (24,7 - 63,1)	ns
AZV [ml]	1026 \pm 410 (496 - 2938)	1165 \pm 479 (500 - 2938)	880 \pm 255 (496 - 1750)	0,001
AMV [l/min]	38,1 \pm 10,4 (22,2 - 79,8)	42,0 \pm 11,6 (22,6 - 79,8)	33,7 \pm 7,5 (16,3 - 47,6)	< 0,001
RPE	13,7 \pm 2,8 (7,5 - 22,1)	14,0 \pm 3,0 (7,5 - 22,1)	13,4 \pm 2,5 (8,4 - 18,0)	ns

P: power, Leistung; HF: Herzfrequenz; VO₂: Sauerstoffaufnahme; AF: Atemfrequenz; AZV: Atemzugvolumen; AMV: Atemminutenvolumen; RPE: ratings of perceived exertion, Borg-Werte; ns: nicht signifikant; nicht normalverteilte Messgrößen sind mit einem * gekennzeichnet.

Tabelle 9-3: Typische Messgrößen der Spiroergometrie (Mittelwerte \pm SD sowie Minimal- und Maximalwert) an der **3mmol**-Schwelle nach der **Altersgruppe**.

	Altersgruppe			Signifikanz		
	< 15 Jahre (n = 21)	15-18 Jahre (n = 16)	> 18 Jahre (n = 44/45)	< 15 vs 15-18 Jahre	15-18 vs > 18 Jahre	< 15 vs > 18 Jahre
P [W]	58,6 \pm 19,3 (17 - 87)	68,1 \pm 29,4 (31 - 133)	*67,3 \pm 38,4 (29 - 215)	ns	ns	ns
HF [1/min]	164 \pm 13 (138 - 164)	158 \pm 17 (121 - 183)	147 \pm 13 (119 - 179)	ns	0,008	< 0,001
VO₂ [ml/kg*min]	30,2 \pm 6,8 (19,7 - 39,6)	25,5 \pm 6,4 (14,8 - 37,7)	20,7 \pm 4,3 (14,6 - 35,6)	0,040	0,011	< 0,001
AF [1/min]	46,9 \pm 8,0 (30,8 - 63,1)	39,6 \pm 10,6 (23,1 - 59,5)	35,9 \pm 7,3 (23,6 - 62,0)	0,022	ns	< 0,001
AZV [ml]	812 \pm 183 (500 - 1193)	1083 \pm 473 (626 - 2186)	1106 \pm 434 (496 - 2938)	0,043	ns	< 0,001
AMV [l/min]	37,4 \pm 7,9 (22,6 - 48,6)	39,2 \pm 8,6 (25,6 - 52,0)	38,1 \pm 12,0 (22,2 - 79,8)	ns	ns	ns
RPE	13,7 \pm 2,4 (9,9 - 17,7)	13,6 \pm 2,4 (10,3 - 16,8)	13,8 \pm 3,1 (7,5 - 22,1)	ns	ns	ns

P : power, Leistung; HF : Herzfrequenz; VO₂ : Sauerstoffaufnahme; AF : Atemfrequenz ; AZV : Atemzugvolumen ; AMV : Atemminutenvolumen ; RPE : ratings of perceived exertion, Borg-Werte ; ns : nicht signifikant.

Tabelle 9-4: Typische Messgrößen der Spiroergometrie (Mittelwerte \pm SD sowie Minimal- und Maximalwert) an der **3mmol**-Schwelle nach dem **Schweregrad der Lungenfunktionsstörung**.

	FEV1 erwartet			Signifikanz		
	> 70% (n = 14)	40–70% (n = 26)	< 40% (n = 41/42)	> 70% vs 40–70 %	40–70% vs < 40%	> 70% vs < 40%
P [W]	86,6 \pm 41,2 (49 - 207)	73,1 \pm 38,8 (29 - 215)	53,2 \pm 17,5 (17 - 91)	ns	0,020	0,010
HF [1/min]	167 \pm 12 (138 - 185)	154 \pm 14 (130 - 184)	148 \pm 15 (119 - 183)	0,003	ns	< 0,001
VO₂ [ml/kg*min]	32,4 \pm 5,2 (22,3 - 56,5)	25,0 \pm 6,7 (14,8 - 38,2)	20,7 \pm 4,2 (14,6 - 33,1)	0,001	0,006	< 0,001
AF [1/min]	40,3 \pm 10,1 (23,1 - 56,5)	39,6 \pm 11,1 (25,9 - 63,1)	39,0 \pm 7,9 (23,6 - 62,0)	ns	ns	ns
AZV [ml]	1164 \pm 493 (675 - 2186)	1143 \pm 519 (514 - 2938)	908 \pm 248 (496 - 1500)	ns	0,038	< 0,001
AMV [l/min]	43,4 \pm 11,7 (28,0 - 77,4)	41,7 \pm 11,6 (26,3 - 79,8)	34,2 \pm 7,3 (22,2 - 48,8)	ns	0,002	0,001
RPE	13,8 \pm 2,6 (10,4 - 17,7)	12,9 \pm 2,8 (8,4 - 17,9)	14,2 \pm 2,7 (7,5 - 22,1)	ns	ns	ns

P: power, Leistung; HF : Herzfrequenz ; VO₂ , Sauerstoffaufnahme; AF : Atemfrequenz ; AZV : Atemzugvolumen ; AMV : Atemminutenvolumen ; RPE : ratings of perceived exertion, Borg-Werte ; ns : nicht signifikant.

9.3.2 4mmol-Schwelle

Tabelle 9-5: Typische Messgrößen der Spiroergometrie (Mittelwerte \pm SD sowie Minimal- und Maximalwert) an der **4mmol-Schwelle** der **gesamten Stichprobe** und getrennt nach **Geschlecht**.

	Patienten			Signifikanz
	Gesamt (n = 80/82)	Männlich (n = 42)	Weiblich (n = 38/40)	Männlich vs Weiblich
P [W]	*77,3 \pm 35,8 (28 - 240)	*90,0 \pm 43,1 (28 - 240)	64,1 \pm 19,1 (35 - 115)	0,001
HF [1/min]	163 \pm 16 (121 - 200)	161 \pm 17 (121 - 192)	165 \pm 14 (136 - 200)	ns
VO₂ [ml/kg*min]	27,1 \pm 7,5 (16,7 - 46,6)	29,9 \pm 7,5 (19,2 - 46,6)	24,1 \pm 6,4 (16,7 - 41,0)	< 0,001
AF [1/min]	42,9 \pm 10,1 (25,2 - 65,7)	42,2 \pm 10,4 (25,2 - 65,7)	43,6 \pm 9,8 (26,4 - 65,5)	ns
AZV [ml]	1064 \pm 434 (503 - 3151)	1206 \pm 513 (503 - 3151)	915 \pm 265 (504 - 1893)	0,002
AMV [l/min]	*43,1 \pm 12,5 (23,4 - 93,6)	47,5 \pm 14,1 (27,2 - 93,6)	38,4 \pm 8,5 (23,4 - 53,7)	0,001
RPE	15,9 \pm 2,9 (9,5 - 25,2)	16,1 \pm 3,1 (9,6 - 25,2)	15,7 \pm 2,6 (9,5 - 20,3)	ns

P: power, Leistung; HF: Herzfrequenz; VO₂: Sauerstoffaufnahme; AF: Atemfrequenz; AZV: Atemzugvolumen; AMV: Atemminutenvolumen; RPE: ratings of perceived exertion, Borg-Werte; ns: nicht signifikant; Nicht normalverteilte Messgrößen sind mit einem * gekennzeichnet.

Tabelle 9-6: Typische Messgrößen der Spiroergometrie (Mittelwerte \pm SD sowie Minimal- und Maximalwert) an der **4mmol-Schwelle** nach der **Altersgruppe**.

	Altersgruppe			Signifikanz		
	< 15 Jahre (n = 20/21)	15-18 Jahre (n = 16)	> 18 Jahre (n = 44/45)	< 15 vs 15-18 Jahre	15-18 vs > 18 Jahre	< 15 vs > 18 Jahre
P [W]	68,8 \pm 20,2 (28 - 96)	81,5 \pm 33,4 (39 - 153)	*79,9 \pm 41,8 (38 - 240)	ns	ns	ns
HF [1/min]	175 \pm 12 (148 - 200)	167 \pm 17 (134 - 192)	156 \pm 13 (121 - 188)	ns	0,011	< 0,001
VO₂ [ml/kg*min]	33,5 \pm 7,8 (20,8 - 46,6)	29,1 \pm 7,1 (17,9 - 42,3)	23,4 \pm 4,9 (16,7 - 40,7)	ns	0,008	< 0,001
AF [1/min]	50,8 \pm 9,5 (30,1 - 65,5)	43,9 \pm 11,4 (26,1 - 65,7)	38,8 \pm 7,4 (25,2 - 63,3)	ns	ns	< 0,001
AZV [ml]	849 \pm 186 (503 - 1191)	1120 \pm 497 (635 - 2222)	1145 \pm 466 (504 - 3151)	ns	ns	< 0,001
AMV [l/min]	42,4 \pm 9,5 (27,2 - 54,6)	44,9 \pm 10,2 (29,5 - 64,7)	42,8 \pm 14,4 (23,4 - 93,6)	ns	ns	ns
RPE	15,8 \pm 2,6 (11,0 - 19,5)	15,8 \pm 2,5 (12 - 20,6)	16,0 \pm 3,1 (9,5 - 25,2)	ns	ns	ns

P: power, Leistung; HF: Herzfrequenz; VO₂: Sauerstoffaufnahme; AF: Atemfrequenz; AZV: Atemzugvolumen; AMV: Atemminutenvolumen; RPE: ratings of perceived exertion, Borg-Werte; ns: nicht signifikant; nicht normalverteilte Messgrößen sind mit einem * gekennzeichnet.

Tabelle 9-7: Typische Messgrößen der Spiroergometrie (Mittelwerte \pm SD sowie Minimal- und Maximalwert) an der **4mmol**-Schwelle nach dem **Schweregrad der Lungenfunktionsstörung**.

	FEV1 erwartet			Signifikanz		
	> 70% (n = 14)	40–70% (n = 25/26)	< 40% (n = 41/42)	> 70% vs 40-70%	40–70% vs < 40%	> 70% vs < 40%
P [W]	99,8 \pm 45,5 (62 - 232)	86,8 \pm 42,5 (38 - 240)	64,0 \pm 19,2 (28 - 108)	ns	0,015	0,012
HF [1/min]	179 \pm 10 (162 - 200)	164 \pm 15 (136 - 194)	158 \pm 14 (121 - 192)	< 0,001	ns	< 0,001
VO₂ [ml/kg*min]	36,3 \pm 6,2 (25,1 - 46,6)	28,5 \pm 7,5 (17,9 - 42,3)	23,1 \pm 4,4 (16,7 - 35,8)	0,002	0,002	< 0,001
AF [1/min]	44,1 \pm 12,1 (26,1 - 65,3)	42,9 \pm 11,4 (28,5 - 65,5)	42,5 \pm 8,6 (25,2 - 65,7)	ns	ns	ns
AZV [ml]	1231 \pm 511 (731 - 2222)	1197 \pm 553 (503 - 3151)	926 \pm 251 (504 - 1493)	ns	0,025	0,049
AMV [l/min]	50,3 \pm 14,8 (29,7 - 93,6)	47,3 \pm 13,6 (29,1 - 91,9)	38,1 \pm 8,5 (23,4 - 56,0)	ns	0,001	< 0,001
RPE	15,6 \pm 2,6 (11,7 - 19,5)	15,0 \pm 2,7 (9,5 - 19,0)	16,6 \pm 2,9 (9,6 - 25,2)	ns	0,027/ns	ns

P: power, Leistung; HF: Herzfrequenz; VO₂: Sauerstoffaufnahme; AF: Atemfrequenz; AZV: Atemzugvolumen; AMV: Atemminutenvolumen; RPE: ratings of perceived exertion, Borg-Werte ; ns: nicht signifikant.

9.3.3 Geradengleichungen

$$P_{2\text{mmol}} = (-108,25) + (1,444 \cdot \text{KG}) + (73,760 \cdot \text{LG10}(\% \text{erwartete FEV1})) + (12,999 \cdot \text{Geschlecht}) + (-16,236 \cdot \text{Laktat}_{\text{Ruhe}});$$

$$\text{LG10}(P_{3\text{mmol}}) = (0,74) + (0,00923 \cdot \text{KG}) + (0,514 \cdot \text{LG10}(\% \text{erwartete FEV1})) + (0,097 \cdot \text{Geschlecht}) + (-0,121 \cdot \text{Laktat}_{\text{Ruhe}});$$

$$\text{LG10}(P_{4\text{mmol}}) = (0,860) + (0,00872 \cdot \text{KG}) + (0,477 \cdot \text{LG10}(\% \text{erwartete FEV1})) + (0,093 \cdot \text{Geschlecht}) + (-0,074 \cdot \text{Laktat}_{\text{Ruhe}});$$

$$\text{HF}_{2\text{mmol}} = (50,013) + (-0,358 \cdot \text{Alter}) + (0,666 \cdot \text{HF}_{\text{Ruhe}}) + (18,778 \cdot \text{Laktat}_{\text{Ruhe}}) + (27,813 \cdot \text{LG10}(\% \text{erwartete FEV1}));$$

$$\text{HF}_{3\text{mmol}} = (54,983) + (-0,367 \cdot \text{Alter}) + (0,625 \cdot \text{HF}_{\text{Ruhe}}) + (-16,663 \cdot \text{Laktat}_{\text{Ruhe}}) + (34,906 \cdot \text{LG10}(\% \text{erwartete FEV1}));$$

$$\text{HF}_{4\text{mmol}} = (61,959) + (-0,382 \cdot \text{Alter}) + (0,569 \cdot \text{HF}_{\text{Ruhe}}) + (-13,968 \cdot \text{Laktat}_{\text{Ruhe}}) + (39,002 \cdot \text{LG10}(\% \text{erwartete FEV1}));$$

$LG10(\text{relative } VO_{2_{2\text{mmol}}}) = (1,185) + (-0,0068 * \text{Alter}) + (0,219 * LG10(\% \text{erwartete FEV1})) + (-0,078 * \text{Geschlecht});$

$LG10(\text{relative } VO_{2_{3\text{mmol}}}) = (1,216) + (0,246 * LG10(\% \text{erwartete FEV1})) + (-0,089 * \text{Geschlecht}) + (-0,0056 * \text{Alter});$

$LG10(\text{relative } VO_{2_{4\text{mmol}}}) = (12,002) + (18,539 * LG10(\% \text{erwartete FEV1})) + (-6,013 * \text{Geschlecht}) + (-0,294 * \text{Alter});$

$LG10(\text{AZV}_{2\text{mmol}}) = (2,478) + (0,00885 * \text{KG}) + (0,00267 * \% \text{erwartete FVK}) + (-0,072 * \text{Geschlecht});$

$\text{AZV}_{3\text{mmol}} = (-314,926) + (27,305 * \text{KG}) + (7,837 * \% \text{erwartete FVK}) + (-175,208 * \text{Geschlecht}) + (-7,363 * \text{Alter});$

$\text{AZV}_{4\text{mmol}} = (-441,009) + (25,295 * \text{KG}) + (9,886 * \% \text{erwartete FVK}) + (-184,670 * \text{Geschlecht});$
wobei männlich=1 und weiblich=2.

9.4 Prozentuale Inanspruchnahme der Messgrößen an der 3- und 4mmol-Schwelle

9.4.1 3mmol-Schwelle

Tabelle 9-8: Darstellung des **prozentualen Anteils am Maximalwert** (Mittelwert \pm SD sowie Minimal- und Maximalwert) spiroergometrischer Messgrößen an der **3mmol-Schwelle** der **gesamten Stichprobe**.

	Patienten			Signifikanz
	Gesamt (n = 81/82)	Männlich (n = 42)	Weiblich (n = 39/40)	Männlich vs Weiblich
%P _{max} [W]	66,5 \pm 14,3 (28,8 – 117,3)	67,9 \pm 15,1 (28,8 – 117,3)	65,1 \pm 13,5 (39,8 – 95,0)	ns
%HF _{max} [1/min]	86,0 \pm 6,2 (70,4 – 102,2)	85,5 \pm 6,7 (70,4 – 102,2)	86,6 \pm 5,8 (73,4 – 98,7)	ns
%VO _{2max} [ml/kg*min]	76,0 \pm 12,6 (47,7 – 118,4)	75,6 \pm 13,0 (55,4 – 118,4)	76,4 \pm 12,3 (47,7 – 100,0)	ns
%AF _{max} [1/min]	75,3 \pm 14,7 (41,9 – 107,0)	75,8 \pm 14,0 (44,2 – 107,0)	74,8 \pm 15,6 (41,9 – 106,5)	ns
%AZV _{max} [ml]	94,1 \pm 9,9 (69,1 – 118,6)	94,1 \pm 9,2 (73,6 – 108,8)	94,2 \pm 10,7 (69,1 – 118,6)	ns
%AMV _{max} [l/min]	70,7 \pm 15,0 (37,3 – 108,1)	71,2 \pm 15,2 (37,3 – 108,1)	70,2 \pm 14,8 (39,0 – 98,2)	ns
%RPE _{max}	68,6 \pm 13,8 (37,5 – 110,3)	70,0 \pm 14,8 (37,5 – 110,3)	67,0 \pm 12,6 (42,2 – 90,0)	ns

P: power, Leistung; HF : Herzfrequenz ; VO₂, Sauerstoffaufnahme; AF : Atemfrequenz ; AZV : Atemzugvolumen ; AMV : Atemminutenvolumen ; RPE : ratings of perceived exertion, Borg-Werte ; ns : nicht signifikant.

Tabelle 9-9: Darstellung des **prozentualen Anteils am Maximalwert** (Mittelwert \pm SD sowie Minimal- und Maximalwert) spiroergometrischer Messgrößen an der **3mmol**-Schwelle nach der **Altersgruppe**.

	Altersgruppe			Signifikanz		
	< 15 Jahre (n = 21)	15-18 Jahre (n = 16)	> 18 Jahre (n = 44/45)	< 15 vs 15-18 Jahre	15-18 vs > 18 Jahre	< 15 vs > 18 Jahre
%P _{max} [W]	68,9 \pm 13,2 (28,8 – 88,9)	64,2 \pm 10,8 (39,8 – 87,5)	66,2 \pm 15,9 (40,8 – 117,3)	ns	ns	ns
%HF _{max} [1/min]	86,4 \pm 5,9 (70,4 – 95,8)	85,5 \pm 6,3 (73,4 – 98,9)	86,0 \pm 6,5 (73,6 – 102,2)	ns	ns	ns
%VO _{2max} [ml/kg*min]	79,1 \pm 8,6 (58,2 – 94,2)	72,3 \pm 13,2 (47,7 – 93,1)	75,8 \pm 13,7 (50,4 – 118,4)	ns	ns	ns
%AF _{max} [1/min]	77,0 \pm 8,9 (63,1 – 91,1)	73,4 \pm 16,6 (42,9 – 98,7)	75,2 \pm 16,3 (41,9 – 107,0)	ns	ns	ns
%AZV _{max} [ml]	91,5 \pm 8,2 (78,7 – 106,7)	91,3 \pm 9,0 (73,6 – 105,0)	96,3 \pm 10,5 (69,1 – 118,6)	ns	ns	ns
%AMV _{max} [l/min]	70,4 \pm 10,1 (50,4 – 88,9)	67,4 \pm 17,8 (37,3 – 96,6)	72,0 \pm 15,9 (41,0 – 108,1)	ns	ns	ns
%RPE _{max}	68,3 \pm 11,9 (49,5 – 88,5)	67,8 \pm 12,0 (51,5 – 84,0)	68,9 \pm 15,4 (37,5 – 110,3)	ns	ns	ns

P: power, Leistung; HF : Herzfrequenz ; VO₂, Sauerstoffaufnahme; AF : Atemfrequenz ; AZV : Atemzugvolumen ; AMV : Atemminutenvolumen ; RPE : ratings of perceived exertion, Borg-Werte ; ns : nicht signifikant.

Tabelle 9-10: Darstellung des **prozentualen Anteils am Maximalwert** (Mittelwert \pm SD sowie Minimal- und Maximalwert) spiroergometrischer Messgrößen an der **3mmol**-Schwelle nach dem **Schweregrad der Lungenfunktionsstörung**.

	FEV1 erwartet			Signifikanz		
	> 70% (n = 14)	40–70% (n = 26)	< 40% (n = 41/42)	> 70 vs 40–70%	40-70 vs < 40%	> 70 vs < 40%
%P _{max} [W]	69,4 \pm 10,0 (51,6 – 83,8)	62,3 \pm 12,0 (39,8 – 88,9)	69,2 \pm 15,3 (41,3 – 117,3)	ns	ns	ns
%HF _{max} [1/min]	85,4 \pm 5,8 (70,4 – 90,9)	83,7 \pm 5,9 (73,4 – 95,8)	87,6 \pm 6,2 (76,3 – 102,2)	ns	0,012	ns
%VO _{2max} [ml/kg*min]	73,9 \pm 9,9 (58,2 – 86,7)	70,2 \pm 11,9 (47,7 – 94,2)	80,2 \pm 12,5 (59,7 – 118,4)	ns	0,002	ns
%AF _{max} [1/min]	67,9 \pm 12,9 (42,9 – 89,4)	69,8 \pm 16,1 (41,9 – 106,5)	81,2 \pm 11,9 (56,5 – 107,0)	ns	0,001	0,001
%AZV _{max} [ml]	88,2 \pm 7,5 (73,6 – 102,6)	90,7 \pm 10,0 (69,1 – 108,8)	98,2 \pm 8,8 (78,7 – 118,6)	ns	0,002	0,001
%AMV _{max} [l/min]	60,0 \pm 12,9 (37,3 – 81,3)	62,9 \pm 14,1 (41,0 – 88,9)	79,1 \pm 11,0 (63,0 – 108,1)	ns	< 0,001	< 0,001
%RPE _{max}	68,9 \pm 13,0 (51,9 – 88,5)	64,4 \pm 13,8 (42,2 – 89,6)	71,1 \pm 13,7 (37,5 – 110,3)	ns	ns	ns

P: power, Leistung; HF : Herzfrequenz ; VO₂, Sauerstoffaufnahme; AF : Atemfrequenz ; AZV : Atemzugvolumen ; AMV : Atemminutenvolumen ; RPE : ratings of perceived exertion, Borg-Werte ; ns : nicht signifikant.

9.4.2 4mmol-Schwelle

Tabelle 9-11: Darstellung des **prozentualen Anteils am Maximalwert** (Mittelwert \pm SD sowie Minimal- und Maximalwert) spiroergometrischer Messgrößen an der **4mmol-Schwelle** der **gesamten Stichprobe** und getrennt nach **Geschlecht**.

	Patienten			Signifikanz
	Gesamt (n = 80/82)	Männlich (n = 42)	Weiblich (n = 38/40)	Männlich vs Weiblich
%P _{max} [W]	79,5 \pm 14,7 (47,5 – 136,5)	80,8 \pm 15,9 (47,5 – 136,5)	78,2 \pm 13,4 (53,1 – 110,0)	ns
%HF _{max} [1/min]	91,6 \pm 5,7 (78,8 – 106,7)	91,4 \pm 5,9 (81,3 – 106,7)	91,8 \pm 5,6 (78,8 – 103,2)	ns
%VO _{2max} [ml/kg*min]	85,3 \pm 12,6 (57,7 – 137,3)	85,7 \pm 13,8 (64,1 – 137,3)	84,9 \pm 11,3 (57,7 – 103,4)	ns
%AF _{max} [1/min]	81,8 \pm 15,7 (45,9 – 130,6)	83,1 \pm 16,7 (47,4 – 130,6)	80,5 \pm 14,6 (45,9 – 106,2)	ns
%AZV _{max} [ml]	97,2 \pm 7,9 (76,2 – 116,7)	96,8 \pm 7,6 (77,1 – 116,7)	97,7 \pm 8,2 (76,2 – 114,3)	ns
%AMV _{max} [l/min]	79,4 \pm 16,0 (42,9 – 118,6)	80,2 \pm 16,9 (42,9 – 118,6)	78,6 \pm 15,3 (45,3 – 104,5)	ns
%RPE _{max}	79,5 \pm 14,3 (47,5 – 125,9)	80,7 \pm 15,5 (48,1 – 125,9)	78,3 \pm 12,8 (47,5 – 101,5)	ns

P: power, Leistung; HF : Herzfrequenz ; VO₂, Sauerstoffaufnahme; AF : Atemfrequenz ; AZV : Atemzugvolumen ; AMV : Atemminutenvolumen ; RPE : ratings of perceived exertion, Borg-Werte ; ns : nicht signifikant.

Tabelle 9-12: Darstellung des **prozentualen Anteils am Maximalwert** (Mittelwert \pm SD sowie Minimal- und Maximalwert) spiroergometrischer Messgrößen an der **4mmol-Schwelle** nach der **Altersgruppe**.

	Altersgruppe			Signifikanz		
	< 15 Jahre (n = 20/21)	15-18 Jahre (n = 16)	> 18 Jahre (n = 44/45)	< 15 vs 15-18 Jahre	15-18 vs > 18 Jahre	< 15 vs > 18 Jahre
%P _{max} [W]	81,6 \pm 13,0 (47,5 – 102,2)	77,3 \pm 11,1 (56,1 – 101,4)	79,4 \pm 16,6 (53,1 – 136,5)	ns	ns	ns
%HF _{max} [1/min]	92,6 \pm 4,7 (82,7 – 101,0)	90,4 \pm 6,1 (78,8 – 100,0)	91,5 \pm 6,0 (80,6 – 106,7)	ns	ns	ns
%VO _{2max} [ml/kg*min]	87,5 \pm 9,1 (64,7 – 101,1)	82,1 \pm 12,3 (57,7 – 100,7)	85,3 \pm 14,0 (64,1 – 137,3)	ns	ns	ns
%AF _{max} [1/min]	83,4 \pm 10,9 (62,2 – 102,2)	81,9 \pm 20,8 (45,9 – 130,6)	81,0 \pm 15,8 (47,4 – 115,7)	ns	ns	ns
%AZV _{max} [ml]	95,6 \pm 6,1 (85,6 – 107,8)	94,0 \pm 7,2 (77,1 – 101,2)	99,2 \pm 8,4 (76,2 – 116,7)	ns	ns	ns
%AMV _{max} [l/min]	79,7 \pm 12,0 (53,3 – 102,2)	76,9 \pm 19,9 (42,9 – 111,1)	80,2 \pm 16,4 (49,4 – 118,6)	ns	ns	ns
%RPE _{max}	79,1 \pm 13,1 (55,0 – 97,5)	78,9 \pm 12,6 (60,0 – 102,9)	80,0 \pm 15,5 (47,5 – 125,9)	ns	ns	ns

P: power, Leistung; HF : Herzfrequenz ; VO₂, Sauerstoffaufnahme; AF : Atemfrequenz ; AZV : Atemzugvolumen ; AMV : Atemminutenvolumen ; RPE : ratings of perceived exertion, Borg-Werte ; ns : nicht signifikant.

Tabelle 9-13: Darstellung des **prozentualen Anteils am Maximalwert** (Mittelwert \pm SD sowie Minimal- und Maximalwert) spiroergometrischer Messgrößen an der **4mmol**-Schwelle nach dem **Schweregrad der Lungenfunktionsstörung**.

	FEV1 erwartet			Signifikanz		
	> 70% (n = 14)	40–70% (n = 25/26)	< 40% (n = 41/42)	> 70 vs 40-70%	40-70 vs < 40%	> 70 vs < 40%
%P _{max} [W]	80,3 \pm 10,8 (65,3 – 97,5)	74,7 \pm 12,2 (53,1 – 102,2)	81,9 \pm 16,3 (47,5 – 136,5)	ns	0,047	ns
%HF _{max} [1/min]	91,5 \pm 4,5 (82,7 – 98,9)	89,0 \pm 5,9 (78,8 – 101,0)	93,1 \pm 5,3 (84,1 – 106,7)	ns	0,004	ns
%VO _{2max} [ml/kg*min]	82,7 \pm 11,0 (64,7 – 97,7)	79,9 \pm 11,3 (57,7 – 101,1)	89,4 \pm 12,7 (70,2 – 137,3)	ns	0,002	ns
%AF _{max} [1/min]	74,0 \pm 14,9 (45,9 – 98,7)	75,5 \pm 15,4 (47,4 – 103,2)	88,1 \pm 13,6 (60,7 – 130,6)	ns	0,001	0,001
%AZV _{max} [ml]	93,6 \pm 7,6 (77,1 – 102,8)	94,5 \pm 8,4 (76,2 – 116,7)	100,1 \pm 6,7 (86,6 – 114,3)	ns	0,003	0,003
%AMV _{max} [l/min]	69,5 \pm 16,5 (42,9 – 96,3)	70,9 \pm 14,3 (49,4 – 102,2)	87,7 \pm 11,9 (68,0 – 118,6)	ns	< 0,001	< 0,001
%RPE _{max}	78,1 \pm 13,2 (58,6 – 97,5)	74,8 \pm 13,6 (47,5 – 95,0)	82,9 \pm 13,2 (48,1 – 125,9)	ns	0,027	ns

P: power, Leistung; HF: Herzfrequenz; VO₂, Sauerstoffaufnahme; AF: Atemfrequenz; AZV: Atemzugvolumen; AMV: Atemminutenvolumen; RPE: ratings of perceived exertion, Borg-Werte; ns: nicht signifikant.

9.4.3 Geradengleichungen

$$\%P_{\max 2\text{mmol}} = (64,770) + (-21,397 \cdot \text{Laktat}_{\text{Ruhe}});$$

$$\%P_{\max 3\text{mmol}} = (78,034) + (-15,082 \cdot \text{Laktat}_{\text{Ruhe}});$$

$$\%P_{\max 4\text{mmol}} = (99,332) + (-0,005 \cdot \text{absolute FVK}) + (11,101 \cdot \text{Laktat}_{\text{Ruhe}});$$

$$\%HF_{\max 2\text{mmol}} = (80,009) + (-0,204 \cdot pO_{2\text{Ruhe}}) + (0,187 \cdot HF_{\text{Ruhe}}) + (-6,989 \cdot \text{Laktat}_{\text{Ruhe}});$$

$$\%HF_{\max 3\text{mmol}} = (100,906) + (-0,0018 \cdot \text{absolute FVK}) + (-24,915 \cdot RQ_{\text{Ruhe}}) + (0,112 \cdot HF_{\text{Ruhe}});$$

$$\%HF_{\max 4\text{mmol}} = (115,284) + (-0,0024 \cdot \text{absolute FVK}) + (-19,734 \cdot RQ_{\text{Ruhe}});$$

$$\%VO_{2\max 2\text{mmol}} \text{ relativ} = (73,107) + (-0,0046 \cdot \text{absolute FVK}) + (-15,029 \cdot \text{Laktat}_{\text{Ruhe}}) + (1,956 \cdot \text{relVO}_{2\text{Ruhe}});$$

$$\%VO_{2\max 3\text{mmol}} \text{ relativ} = (103,579) + (-0,0039 \cdot \text{absolute FVK}) + (-12,078 \cdot \text{Laktat}_{\text{Ruhe}}) + (1,842 \cdot \text{relVO}_{2\text{Ruhe}}) + (-0,287 \cdot pO_{2\text{Ruhe}});$$

$$\%VO_{2\max 4\text{mmol}} \text{ relativ} = (119,078) + (-0,0047 \cdot \text{absolute FVK}) + (-0,33 \cdot pO_{2\text{Ruhe}});$$

$$\%AF_{\max 2\text{mmol}}=(86,786)+(-0,012* \text{ absolute FEV1});$$

$$\%AF_{\max 3\text{mmol}}=(116,007)+(-0,012* \text{ absolute FEV1})+(-1,339 \text{ BMI});$$

$$\%AF_{\max 4\text{mmol}}=(113,727)+(-7,655*\text{Geschlecht})+(0,0096*\text{absolute FVK})+(-10,843*\text{LG10}(\text{absolute MEF50}));$$

$$\%AZV_{\max 2\text{mmol}}=(132,119)+(-27,870*\text{LG10}(\%erwartete \text{ FEV1}));$$

$$\%AZV_{\max 3\text{mmol}}=(117,585)+(-20,359*\text{LG10}(\%erwartete \text{ FEV1}))+ (0,016*AZV_{\text{Ruhe}});$$

$$\%AZV_{\max 4\text{mmol}}=(110,421)+(-13,501*\text{LG10}(\%erwartete \text{ FEV1}))+ (0,0148*AZV_{\text{Ruhe}});$$

$$\%AMV_{\max 2\text{mmol}}=(93,958)+(-0,01* \text{ absolute FEV1})+(-0,404*pO_{2\text{Ruhe}})+ (1,617* \text{ relative } VO_{2\text{Ruhe}});$$

$$\%AMV_{\max 3\text{mmol}}=(100,040)+(-0,011* \text{ absolute FEV1})+(-0,332*pO_{2\text{Ruhe}})+ (1,748*\text{relative } VO_{2\text{Ruhe}});$$

$$\%AMV_{\max 4\text{mmol}}=(102,237)+(-0,016*\text{absolute FEV1});$$

wobei männlich=1 und weiblich=2.