

Charité - Universitätsmedizin Berlin
Campus Benjamin Franklin
Aus dem Institut für Sportmedizin
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Dieter Böning

**Zur Nutzbarkeit ventilatorischer Messverfahren
in der Diagnostik der submaximalen Leistungsfähigkeit bei
Patienten mit Zystischer Fibrose**

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
des Fachbereiches Humanmedizin
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Markus-Joachim Uhle
aus Stuttgart

Referent: Univ.-Prof. Dr. med. Dieter Böning

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. med. Robert Loddenkemper

Gedruckt mit Genehmigung der Charité - Universitätsmedizin Berlin
Campus Benjamin Franklin

Promoviert am 03. September 2004

Widmung

Ich widme diese Arbeit in Dankbarkeit meinen Eltern und meinem Bruder.

Furthermore this is dedicated to James Newell Osterberg and Pete Townshend: Thanks for your pleasant aggressive thoughtfulness.

Special mention of Lou and Andy.

Danksagung

Ich bin folgenden Personen zu großem Dank verpflichtet:

- Herrn Professor Dr. med. Dieter Böning für die Überlassung des Themas und das wissenschaftliche Interesse an der Fragestellung der Arbeit
- Herrn Dr. med. Matthias Hütler für hervorragende und engagierte Betreuung der Arbeit über alle Landesgrenzen hinweg
- den Mitarbeitern am Institut für Sportmedizin der Charité Camus Benjamin Franklin Berlin
- Herrn Dr. med. Markus-Christian F. für lange Freundschaft sowie Vermittlung der Arbeit, Unterstützung und Beratung
- Meinem Bruder Christoph und Herrn Dr. med. Matthias C. für Hilfestellung bei der statistischen Auswertung
- Frau Heike W. und Herrn Falk-Arvid K. für logistische Unterstützung
- Frau Katja M. für das Redigieren der Arbeit
- und natürlich allen Patienten, die durch Ihre Mitarbeit diese Studie erst ermöglichen haben

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	6
<hr/>	
1.1. Das Krankheitsbild der Zystischen Fibrose	6
1.2. Pulmonale Pathophysiologie	9
1.3. Therapeutische Ansätze und Prognose	10
2. STAND DER WISSENSCHAFT	12
<hr/>	
2.1. Sport in der Behandlung der Zystischen Fibrose	12
2.2. Sportmedizinische Grundlagen	14
2.2.1. Laktatmessung und Schwellenkonzepte	15
2.2.2. Respiratorische Messverfahren	17
2.3. Pulmonale Besonderheiten und Probleme mit respiratorischen Verfahren bei Zystischer Fibrose	19
2.4. Exkurs: Leistungsdiagnostik bei Patienten mit chronisch obstruktiver Lungenerkrankung	21
2.5. Fragestellung	22
3. METHODEN	23
<hr/>	
3.1. Patientenkollektiv	23
3.2. Untersuchungsablauf und Methoden	24
3.3. Datenaufbereitung und Diagrammerstellung	26
3.3.1. Übersichtdiagramm Sauerstoffaufnahme / Kohlendioxidabgabe über die gesamte Untersuchungszeit	28
3.3.2. Diagramm der respiratorischen Kompensation	29
3.3.3. Diagramm der Zeit versus Sauerstoffaufnahme und Herzfrequenz	30
3.3.4. V-Slope Diagramm aus Sauerstoffaufnahme gegen Kohlendioxidabgabe	30
3.3.5. Diagramm der Respiratory Exchange Ratio	32
3.3.6. Diagramm des Ventilatory Equivalent of Oxygen	33
3.3.7. Diagramm des End-tidal Partial Pressure of Oxygen	33
3.4. Statistik	34
4. ERGEBNISSE	36
<hr/>	
4.1. Anthropometrie und Lungenfunktion	36
4.2. Respiratorische Daten und Werte der Blutgasanalyse der Patienten in Ruhe	38
4.2.1. Respiratorische Messgrößen	38
4.2.2. Messgrößen der Blutuntersuchung	40
4.3. Respiratorische und blutgasanalytische Messwerte sowie Leistungsgrößen bei Abbruch	41
4.3.1. Respiratorische Maximalwerte	41
4.3.2. Leistungs- und Blutgaswerte	42
4.4. Schwierigkeiten bei der Auswertung der einzelnen Schaubilder	44

4.5. Ergebnisse der Schaubildauswertung	49
4.5.1. Ergebnisse der Schaubildauswertung getrennt nach Geschlecht	50
4.5.2. Ergebnisse der Schaubildauswertung getrennt nach Alter	51
4.5.3. Ergebnisse der Schaubildauswertung getrennt nach Lungenfunktion	52
4.5.4. Kumuliertes Ergebnis	53
4.6. Gemeinsame Merkmale der Patienten gemäß den einzelnen Tests	54
4.6.1. Chi-Test und Korrelation	54
4.6.2. t-Test und lineare Regression	54
5. DISKUSSION	63
5.1. Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse	63
5.1.1. Unterschiedliche Ergebnisse zwischen den verschiedenen Patientengruppen	63
5.1.2. Gemeinsame Merkmale aller Verfahren	64
5.1.3. Respiratorische Kompensation	64
5.1.4. V-Slope-Verfahren	65
5.1.5. RER-Verfahren	65
5.1.6. VER-Verfahren	65
5.1.7. PET-Verfahren	66
5.2. Diskussion der Verfahren und Vergleich mit Ergebnissen anderer Autoren	66
5.2.1. Ergebnisse anderer Untersucher	67
5.3. Vergleich unserer Patienten mit zwei anderen Studien	81
5.4. Diskussion der Atemgaswerte und der Ergebnisse der Messwertvergleiche	87
5.4.1. Allgemeine Betrachtung des Verhaltens der Atemmesswerte unserer Patienten	87
5.4.2. Verhalten der Atemmesswerte der Patienten in Bezug auf die einzelnen Verfahren	90
5.4.3. Atemmesswerte von Patientenkollektiven anderer Untersucher und Vergleich mit unseren Patienten	96
5.5. Praktische Bedeutung für Test und Training	99
5.5.1. Kritische Würdigung	99
5.5.2. Schlussfolgerungen aus dieser Arbeit	100
5.5.3. Ausblick	101
6. ZUSAMMENFASSUNG	103
7 ANHANG	105
7.1. Zusätzliche Tabellen	105
7.2. Literaturverzeichnis	113
7.3. Abbildungsverzeichnis	118
7.4. Tabellenverzeichnis	119
7.5. Abkürzungsverzeichnis	121
7.6. Lebenslauf	123