

**Zeitschrift:** Physiotherapie = Fisioterapia

**Herausgeber:** Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband

**Band:** 36 (2000)

**Heft:** 7

**Artikel:** Effizient physiotherapeutischer Atem- und Inhalationstherapie bei Patienten mit Cystischer Fibrose : Bronchodilatatoren vor oder nach Atemphysiotherapie?

**Autor:** Liedtke, Daniel / Casaulta Aebischer, C. / Martin, N. / Kraemer, R.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-929521>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## PRAXIS

# Effizienz physiotherapeutischer Atem- und Inhalationstherapie bei Patienten mit Cystischer Fibrose

## Bronchodilatatoren vor oder nach Atemphysiotherapie?

**Daniel Liedtke; derzeitige Adresse: Rehaklinik Bellikon, 5454 Bellikon; C. Casaulta Aebischer, N. Martin und R. Kraemer, Medizinische Universitäts-Kinderklinik Bern (Direktor: Prof. R. Kraemer) und Schule für Physiotherapie Aargau, Schinznach**

Neben einer nach Antibiogramm resistenzgerechten Antibiotikatherapie stellt die Atemphysiotherapie in Kombination mit einer Inhalationstherapie einen Hauptpfeiler im Behandlungskonzept bei Patienten mit Cystischer Fibrose (CF) dar. Dabei werden neben Bronchodilatatoren auch Medikamente zur Verflüssigung des Schleims, topische Steroide und Antibiotika zur Inhalationstherapie verwendet. Gegenstand dieser Studie war die Frage, ob bei Patienten mit CF die Inhalationstherapie mittels  $\beta_2$ -Stimulatoren vor oder nach der Flutter VRP<sub>1</sub>-Atemphysiotherapie durchgeführt werden sollte.

### Einleitung

Unsere Fragestellung war, ob die Inhalationstherapie (IHT) von  $\beta_2$ -Stimulatoren ( $\beta_2$ ) vor oder nach der Atemphysiotherapie (APT) mittels Flutter VRP<sub>1</sub> durchgeführt werden sollte. Die Arbeitshypothese, dass eine geeignete APT (z.B. mittels Flutter VRP<sub>1</sub>-Technik) Sekrete aus den peripheren Atemwegsanteilen aufmobilisieren und in zentralere Anteile abtransportieren kann, und eine IHT mittels  $\beta_2$  diese durch Verbesserung der mukoziliären Clearance mundwärts zu transportieren vermag, von wo sie problemlos abgehustet werden können, wurde deshalb bei neun Patienten mit CF während einer Intensivtherapiewoche in Montana studiert.

### Patienten und Methode

**Patienten.** Neun Kinder mit zystischer Fibrose (2 Knaben, 7 Mädchen; mittleres Alter 13,1 ± 1,7 Jahre) wurden während eines Intensivtherapie-

Sommerlagers in Montana für diese Studie selektiert. Die biometrischen Daten der Patienten sind in Tabelle 1 dargestellt. Jedes Kind inhaledierte regelmässig Bronchodilatatoren, drei Kinder zusätzlich regelmässig DNase (Pulmozyme). Bei keinem der CF-Patienten waren vor der Studie systemisch oder inhalativ Corticosteroide eingesetzt worden. Keines dieser CF-Patienten zeigte klinische Zeichen oder labormässige Befunde einer allergischen bronchopulmonalen Aspergillose. Während der beiden Studientage, für welche die Untersuchung anberaumt wurde, wurden Bronchodilatatoren nur zu den vorgegebenen Tageszeiten inhaliert. Jedem Kind und seinen Eltern wurde am Eintrittstag das Ziel und die Durchführung der Studie erklärt. Es bestand kein Zwang zum Mitmachen, und «oral informed consent» wurde von allen Teilnehmern und ihren Eltern erhalten. Die Studie war vorgängig durch die Ethikkommission der Universitäts-Kinderklinik Bern genehmigt worden.

**Studienanordnung.** Die Patienten wurden randomisiert einer nach dem Zweiweg-«cross-over»-Verfahren (Abb. 1) erstellten Therapiesequenz zugewiesen. Die Inhalationstherapie [1] bestand in einer 12-minütigen Inhalation von 20 g Cromoglycat (Lomudal®) und 1,25 mg Salbutamol (Ventolin®) mittels Kompressionsvernebler vom Typ Pari Master. Die Atemphysiotherapie erfolgte nach der Oszillations-Technik mittels Flutter VRP<sub>1</sub> [2]. Dazu wurde zur gleichen Tageszeit an zwei aufeinander folgenden Tagen die Reihenfolge der Sequenzen alternierend entweder als « $\beta_2$ -APT» (Inhalation gefolgt von Flutter-Therapie) oder als «APT- $\beta_2$ » (Flutter gefolgt von Inhalation) eingesetzt. Vor jeder Therapiesitzung (base line: BL), nach jedem Therapiesegment LF<sub>I</sub> (LF = Lungenfunktion) und LF<sub>II</sub> («nach  $\beta_2$ », und/oder «nach APT») sowie zwei Stunden nach Therapie (LF<sub>T</sub>) wurden die funktionellen Veränderungen lungenphysiologisch erfasst. Mittels elektronischem Spirometer (Microlab 3300™; Micro Medical Ltd, Rochester, Kent, England) wurde die Fluss-Volumenkurve gemessen. Alle Therapien und Messungen wurden von erfahrenen Physiotherapeuten oder Ärzten durchgeführt.

Die lungenphysiologische Wirkung des Flutters beim CF-Patienten ist in Abbildung 3 (v. A. Schibler) dargestellt. Sie zeigt eine sogenannte «maximale expiratory flow volume» (MEFV)-Kurve, wie sie, nach vorgängig maximaler Einatmung, während maximal forciert der Ausatmung durch einen CF-Patienten erzielt werden kann. Über diese MEFV-Kurve sind die Oszillationen des Atemflusses gezeichnet, welche vom gleichen Patienten durch Ausatmung via Flutter als sogenanntes «controlled oscillating system» (COS) erzielt wurden sind. Dabei fallen vier Phänomene auf:

**Tab. 1: Daten der Patienten**

|                                     | Bereich   |               |
|-------------------------------------|---|---------------|
| Anzahl Patienten                    | 9   |               |
| Sex                                 | 2 m / 7 f   |               |
| Alter (Jahre)                       | 13,1  | 10,3 – 14,6   |
| Grösse (cm)                         | 150,9   | 129,0 – 166,0 |
| Gewicht (kg)                        | 38,1  | 25,4 – 47,6   |
| rel. Untergewicht (%)               | – 7,5   | – 13,5 – 1,0  |
| Norman Chrispin X-ray score         | 10,8  | 4,0 – 24,0    |
| Genotypen:                          | ΔF508/ΔF508 (4)<br>ΔF508/3905InsT (1)<br>ΔF508/G542X (1)<br>ΔF508/unknown (1)<br>K1200E/unknown (2) |               |
| chron. pseudomonas-Befall auf DNase | 6 ja / 3 nein<br>3 ja / 6 nein  |               |

I O N O S O N - E x p e r t

## Physiomed EXPERT Elektro- und Ultraschalltherapie

DIE neue Geräteserie, dies in sich hat, z.B.:

Niederfrequenz

Mittelfrequenz

Klassische Interferenz

Elektro-Diagnostik

100 Behandlungsvorschläge

25 Speicherplätze mit  
3 Untermenüs (Potpourris)

Vakuum

I O N O S O N - *E x p e r t*

D A S K O M B I N A T I O N S G E R Ä T F Ü R A N S P R U C H S V O L L E -

Z W E I K A N A L - R E I Z S T R O M U N D U L T R A S C H A L L

Profitieren Sie von unserem **JUBILÄUMSANGEBOT**

**15 JAHRE FRITAC MEDIZINTECHNIK AG**

...demnächst in Ihrem **Briefkasten**... oder heute noch anfordern



**FRITAC MEDIZINTECHNIK AG**  
Hardturmstrasse 76, Postfach, 8031 Zürich  
Telefon 01 - 271 86 12, Fax 01 - 271 78 35  
*E-Mail: fritac@freesurf.ch*

**Abb. 1: Studienordnung**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| $\beta_2$ -APT                            | Ventolin ( $\beta_2$ )                      | Flutter VRP 1                               | 1 h   |
| APT- $\beta_2$                            | Flutter VRP 1                               | Ventolin ( $\beta_2$ )                      |   |
| LF (BL)                                   | LF (I)                                      | LF (II)                                     | LF (L)                                      |
| Absolutwerte<br>% der Sollwerte<br>SD-Svb | $\Delta$ % der Sollwerte<br>$\Delta$ SD-Svb | $\Delta$ % der Sollwerte<br>$\Delta$ SD-Svb | $\Delta$ % der Sollwerte<br>$\Delta$ SD-Svb |

- a) Der durch den Elastizitätsverlust der Lunge bedingte Retraktionsdefekt zeigt sich in der konvexen Form des anstrengungsunabhängigen Anteils der Fluss-Volumenkurve. Es wird mittels Flutteratmung auch der Kollapsneigung der Bronchien entgegengewirkt, ein Phänomen, welches sich durch die konvexe Form der Fluss-Volumenkurve ausdrückt.
- b) Die COS-Kurve zeigt dabei deutlich, dass Flüsse erzielt werden können, die weit über die durch die FV gemessene Flussbegrenzung hinausgehen. Die Oszillationen, welche durch die Anwendung mit dem Flutter generiert werden können, erzeugen also Flüsse, die weit grösser sind als diejenigen, welche mit maximaler Expiration erzielt werden können. Diese hohen Flüsse können deshalb «Hustenstösse» ersetzen, die notwendig wären, um die Sekrete von der Bronchialwand abzuschütteln.
- c) Die unterschiedlichen Kurvenverläufe, welche sich nahe dem Residualvolumen (RV) zeigen, belegen den Befund, dass bei fast maximaler Expiration die Oszillationen aus energetischen Gründen nicht bis zum RV aufrechterhalten werden können. Die Energie zur Erzeugung der Oszillationen entsteht aus der Retraktionskraft der Lunge. Die Strecke c) der fehlenden Oszillationen bei noch nicht erreichtem RV imponiert als vermeintliches Volumendefizit, entspricht aber dem Mass der Elastizitätsein-

schränkung der Lunge und somit auch dem Mass für die bereits vorhandene Lungenfibrose.

d) Die Flutterkurve weist in ihren Fluss-Oszillationen negative Werte auf, was beim Gesunden nicht der Fall ist. Es wird vermutet, dass auch dieses Phänomen ein Mass für den Elastizitätsverlust ist, welcher dazu führt, dass das System Flutter-Lunge–Brustkorb stärker schwingt.

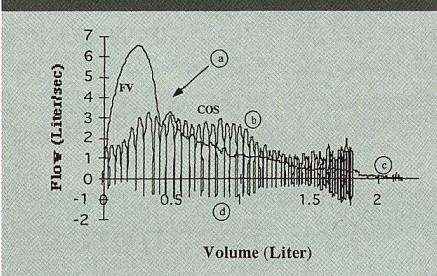
Zusammengefasst zeichnet sich der Flutter in seiner lungenphysiologischen Wirkung dadurch aus, dass er zusätzlich zum PEP, mit welchem eine *Stabilisation der Bronchien* erreicht wird, mittels Oszillationen die *Bronchienwand in Schwingung* versetzt und damit das Abschütteln der Sekrete von der Bronchienwand (Sekretmobilisation) selbst peripherster Lungenanteile ermöglicht.

Alle Studienteilnehmer führten die Oszillations-technik mittels Flutter seit einigen Monaten oder Jahren durch. Die APT-Sequenz mit dem Flutter definierte man für alle Studienteilnehmer mit 15 Exspirationen in 8 Serien gleich. Nach jeder Serie (15 Exspirationen) wurde eine Pause von einer Minute eingelegt. Das expektorierte Sputum wurde während der Therapiesitzung gesammelt und nach dessen Abschluss gewogen. Die Behandlungsdauer belief sich auf 20 bis 30 Minuten. Die Therapiesitzungen wurden jeweils durch eine erfahrene Physiotherapeutin supervisioniert.

**Lungenfunktionsprüfung** (Micro Medical Spirometer Microlab 3300 mit Drucker). Der Microlab 3300 ist ein kompakter, robuster und tragbarer (netz- oder NiCd-Batterien-)getriebener Spirometer, geeignet für den Gebrauch im Spital oder industrieller Umgebung und wurde bezüglich seiner Eignung zum Einsatz bei Kindern mehrfach erprobt (R. Kraemer; persönliche Mitteilung). Der Microlab 3300 eignet sich für inspiratorische und expiratorische Messungen der Vitalkapazität (VC), der forcierten Vitalkapazität (FVC) sowie der maximal expierten Flusswerte bei 75 % (MEF<sub>75</sub>), 50 % (MEF<sub>50</sub>) und 25 % (MEF<sub>25</sub>) VC. Alle Daten von jeweils drei aufeinanderfolgenden Messungen pro Messdurchgang wurden numerisch sowie

die besten Werte als Fluss-Volumen- und Zeit-Volumen-Kurve ausgedruckt. Sämtliche Daten von jeweils drei aufeinander folgenden Messungen pro Messdurchgang wurden protokolliert.

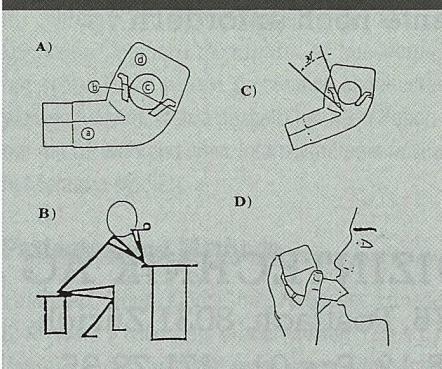
**Daten-Analyse.** Im Gegensatz zu der üblicherweise angewandten Datenselektion, wo aus den Einzelwerten der Beste in die Erhebung aufgenommen wird, wurde hier eine neue Berechnung in Form eines sogenannten «variance-based standard deviation score» (SD-S<sub>vb</sub>) angewandt. Der SD-S<sub>vb</sub> ist definiert als  $SD-S_{vb} = MW_i - MW_{BL}/SD_{BL}$ , wobei MW<sub>i</sub> dem Mittelwert eines beliebigen Datensets zum Zeitpunkt LF<sub>i</sub>, LF<sub>II</sub> oder LF<sub>L</sub>, MW<sub>BL</sub> letzterer dem Mittelwert der «base-line»-Daten entsprechend, und SD<sub>BL</sub> der Standardabweichung der «base-line»-Daten entspricht. Mittels dieser Methode wird der individuellen Streuung der Einzeldaten Rechnung getragen. Zum Vergleich « $\beta_2$ -APT» versus «APT- $\beta_2$ » wurden Lungenfunktionsdaten als Absolutwerte, in Prozent der Sollwerte und als sogenannte «variance-based standard deviation scores» (SD-S<sub>vb</sub>) mittels Wilcoxon-Mann-Whitney für die entsprechenden Datensätze BL (nur bei Absolutwerten), LF<sub>I</sub>, LF<sub>II</sub> und LF<sub>L</sub> statistisch analysiert. Die funktionellen Veränderungen bezüglich der verschiedenen Lungenfunktionsgrößen innerhalb der einzelnen Behandlungssequenzen (« $\beta_2$ -APT» versus «APT- $\beta_2$ ») wurden mittels «ANOVA for repeated measurements» analysiert.

**Abb. 3: Fluss-Volumenkurve mit und ohne Flutter (a-d) siehe Text.**

## Resultate

Die Mittelwerte und Standardabweichungen (SD) ausgedrückt in Prozenten der Sollwerte der Ausgangswerte («base-line»; BL) für die Funktionsgrößen VC, FVC, PEF, FEV<sub>1</sub>, MEF<sub>50</sub>, MEF<sub>25</sub>, sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Sowohl bezüglich Funktionsgrößen zentraler (VC, PEF...) wie auch solcher peripherer Atemwege (MEF<sub>50</sub>, MEF<sub>25</sub>), als auch des FEV<sub>1</sub>, waren die Ausgangswerte beider Behandlungssequenzen ( $\beta_2$ -APT, APT- $\beta_2$ ) nicht unterschiedlich. Beide Gruppen wiesen vor Therapiebeginn ein deutliches Mass zentraler und peripherer Atemwegsobstruktion auf.

Ausgedrückt in SD-S<sub>vb</sub> zeigt Abbildung 4 die Veränderungen der VC, FVC, PEF, FEV<sub>1</sub>, MEF<sub>50</sub>,

**Abb. 2: Körpersituation bei der Anwendung des Flutters / Abstimmen des Gerätes auf den Körper.**

**Tab. 2: Ausgangswerte**

|                          |           | <b>Microlab 3300</b> |            |            |                        |                         |                         |
|--------------------------|-----------|----------------------|------------|------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| % der Stellenwerte       |           | <b>VC</b>            | <b>FVC</b> | <b>PEF</b> | <b>FEV<sub>1</sub></b> | <b>MEF<sub>50</sub></b> | <b>MEF<sub>25</sub></b> |
| <b>β<sub>2</sub>-APT</b> | <b>MW</b> | 69.2                 | 70.9       | 42.1       | 69.9                   | 56.4                    | 48.7                    |
|                          | <b>SD</b> | 17.8                 | 17.2       | 13.9       | 22.9                   | 33.8                    | 33.4                    |
| <b>APT-β<sub>2</sub></b> | <b>MW</b> | 67.5                 | 72.1       | 40.4       | 67.4                   | 47.7                    | 41.9                    |
|                          | <b>SD</b> | 17.3                 | 20.4       | 14.2       | 24.7                   | 26.9                    | 27.7                    |
| <b>Alle</b>              | <b>MW</b> | 68.4                 | 71.5       | 41.2       | 68.6                   | 52.1                    | 45.3                    |
|                          | <b>SD</b> | 17.0                 | 18.3       | 13.7       | 23.2                   | 30.0                    | 30.0                    |

MEF<sub>25</sub>. Während für die Behandlungssequenz β<sub>2</sub>-APT unterschiedliche Verbesserungsprofile zu erzielen waren (für FVC und FEV<sub>1</sub> waren LF<sub>I</sub> schlechter als LF<sub>II</sub>), zeigte die Behandlungssequenz APT-β<sub>2</sub> (mit Ausnahme der PEF) eine stetige Verbesserung von LF<sub>I</sub> zu LF<sub>II</sub> zu LF<sub>L</sub>. Die Resultate der statistischen Auswertung sind in *Tabelle 3* zusammengefasst. Beste Verbesserungsprofile für die Behandlungssequenz APT-β<sub>2</sub> konnten für das FEV<sub>1</sub> (F-Wert 11.117; p ≤ 0.001), den MEF<sub>50</sub> (F-Wert 9.945; p ≤ 0.001) erzielt werden. Der Paarvergleich zwischen β<sub>2</sub>-APT und APT-β<sub>2</sub> ergab lediglich Unterschiede im MEF<sub>50</sub> (LF<sub>II</sub> p ≤ 0.05; LF<sub>L</sub> p ≤ 0.01). Die Daten der Sekretmenge zeigten keine signifikanten Unterschiede.

In *Abbildung 5* sind, ausgedrückt in SD-S<sub>Vb</sub>, die Effekte der β<sub>2</sub>-Inhalationstherapie als Einzeltherapie oder in Kombination nach APT (obere Abbildungen) beziehungsweise die APT als Einzeltherapie in Kombination mit der β<sub>2</sub>-Inhalationstherapie (untere Abbildungen) dargestellt. Wenn vorgängig zu einer Inhalationstherapie eine APT mittels Flutter durchgeführt wird, kann eine signifikante Verbesserung des MEF<sub>50</sub> erzielt werden. Die APT nach Inhalationstherapie bringt bezüglich der Lungenfunktionsparameter keine Verbesserung als Sofortwirkung.

## Diskussion

Obwohl in der Literatur zum Teil unterschiedliche Meinungen über die Effizienz der APT geäussert werden, ist diese bei CF-Patienten zu einem festen prophylaktischen und therapeutischen

Bestandteil der Therapie geworden. Die APT bewirkt, global gesagt, das Loslösen und die Expektoration des zähflüssigen Schleims aus dem Bronchialsystem. Bei näherer Betrachtung jedoch wirkt diese Therapie, nebst der Reinigung zentraler und peripherer Atemwegsanteile [3] auch als Prophylaxe vor bronchialen Infektionen [4], verringert die Proteolyse in den Atemwegen und vermindert somit den Gewebetod. Viele CF-Patienten inhalieren Bronchodilatoren in Kombination mit APT. Sinnvoll ist diese Kombinationstherapie vor allem zur Überwindung der Atemstrombegrenzung (airflow limitation), der Verbesserung der Sekretolyse und zur Verbesserung des mukoziliären Transportes [5]. Es wird auch eine Wirkung auf den chronischen Entzündungsprozess diskutiert. Um die Daten dieser Studie im physiologischen Zusammenhang interpretieren zu können, müssen sie durch die therapeutische Intervention bedingten bekannten Veränderungen der Charakteristika der MEFV-Kurven herangezogen werden. MEFV-Kurvenveränderungen, wie sie an Lungenmodellen, Hunde- und Menschenlungen, bei Verteilungsgestörter Lungenentleerung, bei körperlicher Anstrengung und variabel ausgeprägter Bronchusobstruktion studiert wurden, können gewisse Fragen, namentlich diejenige der Definierung des Ortes der Wirkung im Bronchialbaum, erklären.

*Atemstrombegrenzung in zentralen Atemwegen.* Für beide Behandlungsformen (APT-β<sub>2</sub> und β<sub>2</sub>-APT)

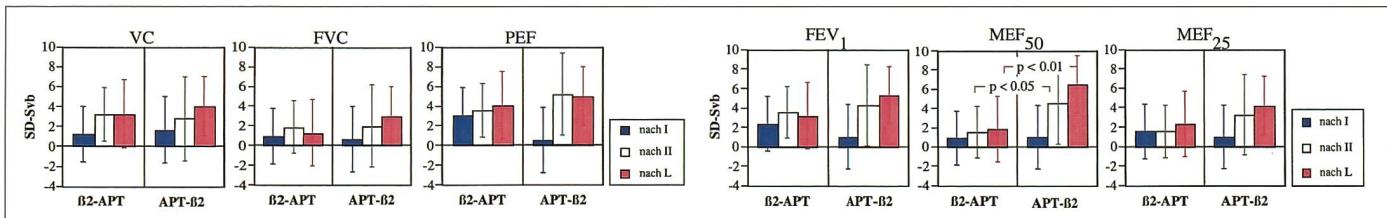
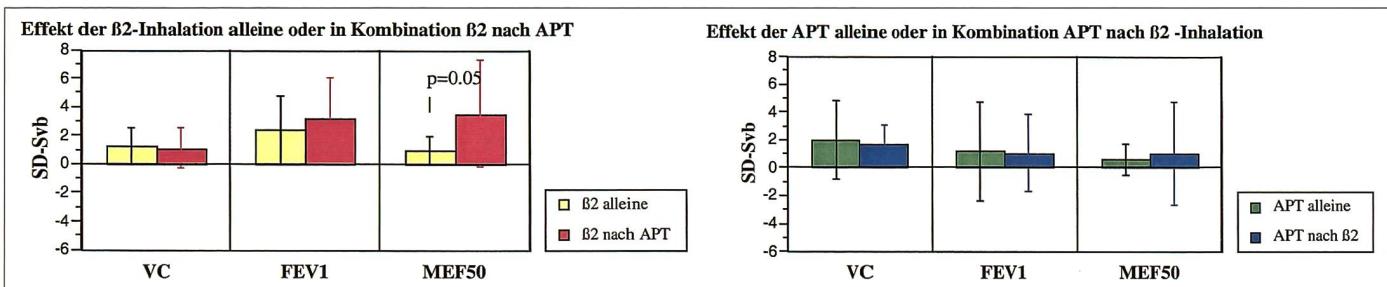
■ Die *Cystische Fibrose (CF)* oder Mukoviszidose ist die häufigste autosomal rezessiv vererbte Krankheit. Bis zum heutigen Zeitpunkt sind über 700 auf dem Chromosom 7 lokalisierte Mutationen bekannt. Die häufigsten Mutationen in der Schweiz sind die ΔF508, die R553X und der sogenannte Schweizertyp, die 3905InsT. Pathophysiologisch liegt der Krankheit ein oder mehrere Defekte am transmembranösen Chlorid- und Natriumkanal zugrunde, was sich klinisch in einer gestörten Sekretion exokriner Drüsen bemerkbar macht. Das Krankheitsbild zeichnet sich durch eine außerordentliche Variabilität der Symptome aus, welche sich einerseits als Verdauungsstörung (gestörte exokrine Pankreasfunktion) und/oder andererseits als Lungensymptomatik zeigt.

■ Der *Lungenbefall bei Cystischer Fibrose* kommt durch die Produktion zähflüssiger Sekrete zustande, ein Prozess, welcher die mukoziliäre Clearance stört und zur *Obstruktion* der kleinen und grossen Bronchien führt. Dadurch ist die Belüftung der Lunge und somit der *Gasaustausch* behindert. Auf der Grundlage eines chronisch progredienten Entzündungsprozesses kommt es zur weiteren Einschränkung der Atemmechanik, was subjektiv als Atembehinderung wahrgenommen wird. Schliesslich führt diese Krankheit zur fibrotischen Umwandlung des Lungengewebes, was eine *restriktive Funktionsstörung* der Lunge (Abnahme sämtlicher Lungenvolumina) zur Folge hat.

■ Die *mukoziliäre Clearance* von Schleim, Entzündungszellen, Bakterien, Schmutzpartikeln u.a.m. wird durch den Ziliärapparat («Rollteppich» von Flimmerhärrchen, welcher die Bronchien auskleidet und das Material nach aussen befördert) sichergestellt. Da die Sekrete bei CF von sehr hoher Konsistenz sind, können sie durch den Ziliärapparat nur schwer befördert werden. Damit ist die sogenannte «mukoziliäre Clearance», die Fähigkeit der Bronchien, die Lunge zu reinigen, erheblich gestört. Die Sekrete werden angeschoppt und bilden einen idealen Nährboden für Bakterien, womit dem *pulmonalen Infekt* (*Streptokokkus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Haemophilus influenzae*, *Pseudomonas aeruginosa*) Vorschub geleistet wird.

**Tab. 3: Resultate der statistischen Auswertung**

|                          |               | <b>Microlab 3300</b> |            |            |                        |                         |                         |
|--------------------------|---------------|----------------------|------------|------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                          |               | <b>VC</b>            | <b>FVC</b> | <b>PEF</b> | <b>FEV<sub>1</sub></b> | <b>MEF<sub>50</sub></b> | <b>MEF<sub>25</sub></b> |
| <b>β<sub>2</sub>-APT</b> | <b>F-Wert</b> | 7.736                | 5.940      | 2.021      | 4.832                  | 1.700                   | 1.733                   |
|                          | <b>P-Wert</b> | 0.001                | 0.002      | n.s.       | 0.007                  | n.s.                    | n.s.                    |
| <b>APT-β<sub>2</sub></b> | <b>F-Wert</b> | 5.387                | 3.957      | 6.336      | 11.117                 | 9.945                   | 4.628                   |
|                          | <b>P-Wert</b> | 0.004                | 0.016      | 0.002      | ≤ 0.001                | ≤ 0.001                 | 0.008                   |

**Abb. 4: Veränderungen der Ausgangswerte****Abb. 5: Effekt der  $\beta_2$ -Inhalation**

zeigt sich eine Verbesserung des PEF und MEF<sub>50</sub> (Abb. 4 und 5) nach  $\beta_2$ -Stimulation. Dies kann am besten durch eine Verbesserung der mukoziliären Clearance zentraler Atemwege interpretiert werden. Allenfalls kann dieser Befund auch auf eine bessere Stabilisierung zentraler Atemwege hinweisen. Die augenscheinlichste Verbesserung in der Behandlungssequenz  $\beta_2$ -APT war bezüglich VC zu dokumentieren LF<sub>I</sub> ( $\beta_2$ ):  $1.97 \pm 2.97$  SD-S<sub>vb</sub>, n.s.; LF<sub>II</sub> ( $\beta_2$ -APT):  $3.53 \pm 2.54$  SD-S<sub>vb</sub>, n.s.; LF<sub>L</sub>:  $3.83 \pm 3.53$  n.s.), was als ein Clearing zentraler Atemwege zu interpretieren ist. Ähnliche Verbesserungen, allerdings mit einer wesentlich grösseren Variabilität verbunden, wurden durch den PEF gezeigt. Es kann angenommen werden, dass die eingeschränkte VC vor Therapiebeginn darauf hindeutet, dass durch die partielle Obstruktion durch Sekret, der Verschluss peripherer Atemwegsanteile (closing volume) bei höheren Lungenvolumina erfolgt. In der Tat weisen CF-Patienten ein hohes Ausmass an pulmonaler Überblähung und Gefangenluft auf.

**Flussbegrenzung in peripheren Atemwegen.** Die Daten dieser Studie zeigen nach ATP-Behandlungen mittels Flutter und nachfolgender Inhalationstherapie mit einem  $\beta_2$ -Stimulator eine gleichzeitige Verbesserung des MEF<sub>50</sub> und des MEF<sub>25</sub> (Abb. 4). Dieser Befund spricht für eine vorwiegende Reinigung der peripheren Atemwegsanteile. Da diese gleichzeitige Verbesserung des MEF<sub>50</sub> und des MEF<sub>25</sub> nur in der Behandlungssequenz (APT- $\beta_2$ ) nachgewiesen werden konnten, liegt die Interpretation nahe, dass durch die APT mittels Flutter im ersten Teil der Therapiesequenz die Sekrete von peripheren zu zentraleren Atemwegsanteilen bewegt werden. Während des zweiten Teils der Therapiesequenz und anhaltend noch über einige Stunden werden die Sekrete durch die Wirkung des  $\beta_2$ -Agonisten weiter mundwärts befördert, von

wo sie problemlos abgehustet werden können. Durch den Nachweis der länger dauernden Wirkung (LF<sub>I</sub>) (Abb. 4) kann weiter gefolgt werden, dass durch die bereits gereinigten peripheren Atemwegsanteile das Inhalat in periphereren Atemwegsanteilen deponiert wird und somit besser zur Wirkung kommt. Die Verminderung der partiellen peripheren Obstruktion führte auf jeden Fall zu den wesentlichen Veränderungen der MEFV-Kurven. Die grösste Veränderung wurde bezüglich des MEF<sub>50</sub> (LF<sub>II</sub>:  $+4.5 \pm 3.7$  SD-S<sub>vb</sub>, p  $\leq 0.05$ ; LF<sub>L</sub>:  $6.5 \pm 4.6$  SD-S<sub>vb</sub>, p  $\leq 0.01$ , Abb. 4), und des MEF<sub>25</sub> ( $+4.2 \pm 4.3$  SD-S<sub>vb</sub>, n.s., Abb. 4) dokumentiert.

Wir kommen deshalb zur Schlussfolgerung, dass zum «Clearing» peripherer Atemwegsanteile die Atemphysiotherapie in Kombination mit  $\beta_2$ -Stimulatoren durchgeführt werden kann. Dies bedeutet, dass die APT mittels dem Flutter VRP1 unter Anwendung der Oszillationstechnik Sekrete aus den peripheren Atemwegsanteilen mobilisieren und in zentralere Anteile transportieren kann, von wo durch  $\beta_2$ -Agonisten die Sekrete im Sinne einer längeranhaltenden, verbesserten mukoziliären Clearance mundwärts transportiert und vom Patienten abgehustet werden können. Dabei ist die Abfolge der einzelnen Therapiemassnahmen

Neben einer gezielten *Antibiotikatherapie* und Inhalationstherapie stellt deshalb bei diesen Patienten die *Atemphysiotherapie* ein Hauptpfeiler des Therapiekonzeptes dar. Durch die verschiedenen physiotherapeutischen Methoden, welche während den letzten Jahren entwickelt und immer wieder verbessert worden sind, wird versucht, die mukoziliäre Clearance der Lunge zu unterstützen und somit den Reinigungsprozess sicherzustellen. Grundsätzlich zielt die Atemphysiotherapie auf eine *Sekretmobilisation* (Loslösen der von der Bronchialwand) und Verbesserung des *Sekrettransports* ab. Beim Sekrettransport kommt es im Wesentlichen darauf an, dass durch Beschleunigung des Atemstroms und die Kaliberschwankung der Atemwege die Sekrete mundwärts transportiert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass diese durch Sogwirkung in diesen verteilungsgestörten Lungen nicht fälschlicherweise in andere Lungenbezirke (z.B. Oberlappen) aspiriert werden.

Trotz den unterschiedlichsten Resultaten von Studien über die Wirksamkeit von  $\beta_2$ -Stimula-

toren ( $\beta_2$ ), wie Salbutamol (Ventolin®) und Terbutaline (Bricanyl®), werden Bronchodilatatoren bei CF-Patienten in Form einer täglichen Inhalationstherapie (IHT) regelmässig eingesetzt. Ausgehend vom positiven Effekt atemphysiotherapeutischer Massnahmen auf die Atemflussbegrenzung (airflow limitation) infolge Bronchusobstruktion (Instabilität des Bronchialbaumes, Sekretanschoppung) bei CF-Patienten und den Mukoziliären Transport, wird auch eine Wirkung auf den chronischen Entzündungsprozess diskutiert. Die Frage dabei ist, welche Atemphysiotherapiemethode (APT) die dazu geeignete darstellt, da es vor allem auch darum geht, durch physiotherapeutische Massnahmen, als negative Wirkung, nicht eine Hypersekretion anzuregen. Die Flutter VRP<sub>1</sub>-Technik ist, im Unterschied zu den sogenannten «forced breathing» Techniken, wie Huff- und «forced expiration technique» (FET) und «active cycle breathing», eine neuere Technik, welche dieser Voraussetzung Rechnung trägt.

# ORIGINAL MEDAX

**Von uns entwickelt** und seit vielen Jahren bewährt.

Machen Sie **keine Experimente mit** irgendwelchen **Kopien!**

**Unser Fabrikationsprogramm:**

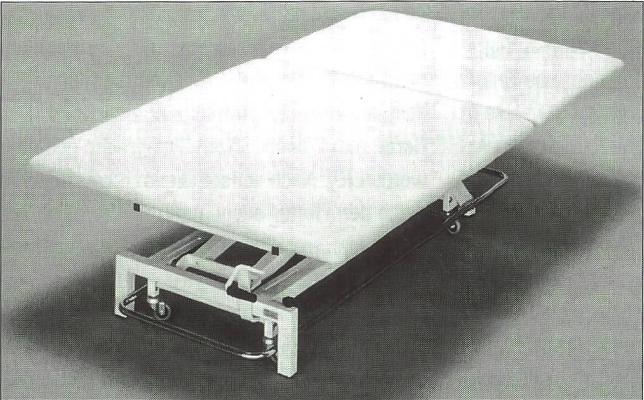
- 2-/3-/4-/6teilige Liegen
- Extensionsliegen
- Bobath-Liegen
- Manualtherapie-Liegen
- Kombi-Liegen mit Gynäkologieteil
- CLEWA-Kofferliegen (Import)

## Behandlungsstuhl MEDAX P 40 A



- Elektrische Höhenverstellung von 44 bis 104 cm mit praktischer Fuß-Schaltstange
- Rückenstütze und Kniestellung mit bequemen Hubhilfen stufenlos verstellbar
- Fahrwerk (Lenkkufen) mit Fußpedal in jeder Position der Höhenverstellung ausfahrbar
- Sehr stabiles Schweizer Fabrikat
- SEV-geprüft
- 2 Jahre Garantie

## BOBATH-Liege MEDAX 1- oder 2teilig



- Senden Sie uns bitte eine Dokumentation.  
 Bitte rufen Sie uns an.

Name:  
Strasse:  
PLZ/Ort:  
Tel.:

**MEDAX AG**  
**MEDIZINTECHNIK**

Schneckelerstrasse 20  
CH-4414 Füllinsdorf BL  
Tel. 061-901 44 04  
Fax 061-901 47 78



Roosstrasse 23  
CH-8832 Wollerau  
Tel. 01 / 787 39 40  
Fax 01 / 787 39 41  
mtrag@mythen.ch

75 Jahre



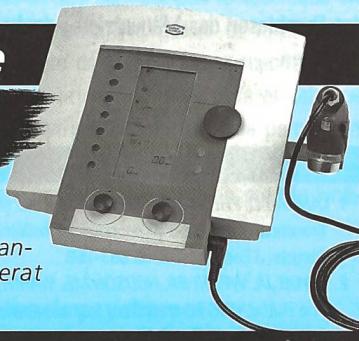
**Ihre Direkt-Vertretung**  
für Physiotherapie  
und Rehabilitation

## Elektrotherapie

Jubiläums-Aktion

### ENDOMED 4er-Serie

Beachten Sie bitte das vorangegangene Enraf-Nonius-Inserat in dieser Ausgabe



## Therapie-Liegen

### MANUMED

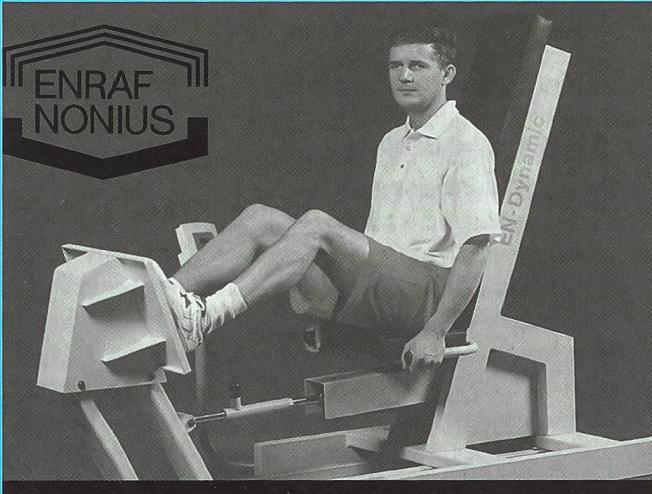
Vollständige Kollektion von Behandlungsstühlen in anerkannter guter Qualität:  
Komfortabel,  
stabil, hohe  
Sicherheit sowie  
lange Lebensdauer.



## Trainingstherapie / Rehabilitation

### EN-Dynamic / EN-Track

Arbeitet mit pneumatischem Widerstand, wodurch die Geräte vollkommen elektronisch steuerbar sind.



**Besuchen Sie unsere Ausstellung**



Senden Sie uns bitte eine Dokumentation.

Bitte rufen Sie uns an.

Name:  
Strasse:  
PLZ/Ort:  
Tel.:

PH-03/94

nicht unwesentlich, indem in dieser Studie gezeigt werden konnte, dass Inhalation mit  $\beta_2$ -Stimulatoren *nach* APT eine signifikant bessere Wirkung aufweisen als umgekehrt. Inwiefern diese Folgesequenz auch für andere APT-Formen wie die autogene Drainage oder die PEP-Technik zutrifft, muss Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Herzlichen Dank den Kindern und Eltern, welche an der Studie teilgenommen haben, der schweizerischen CF-Gesellschaft sowie Prof. Richard Kraemer für die engagierte wissenschaftliche Hilfeleistung. Weiter danke ich meinen ehemaligen Lehrern, Herrn Heinz Hagmann und Herrn Dr. Bruno Bavieria, für die bereitwillige Unterstützung. Für das Durchlesen des Manuskriptes danke ich Jürg Hebeisen.

#### Literatur

1. LANDAU LI, PHELAN PD. The variable effect of a bronchodilating agent on pulmonary function in cystic fibrosis. *J Pediatr* 1973; 82: 863–868
2. PRYOR JA, WEBER BA, HODSON ME, WARNER JO. The Flutter VRP1 as an adjunct to chest physiotherapy in cystic fibrosis. *Respir Med* 1994; 88: 677–681
3. TOMKIEWICZ RP, BIVIJI A, KING M. Effects of oscillating air flow on the rheological properties and clearability of mucous gel simulants. *Biorheology* 1994; 31: 511–520
4. ZACH MS, OBERWALDNER B. Chest physiotherapie the mechanical approach to antiinfective therapy in cystic fibrosis. *Infection* 1987; 15: 381–384
5. VERDUGO P, JOHNSON NT, TAM PY. Beta-Adrenergic stimulation of respiratory ciliary activity. *J Appl Physiol* 1980; 48: 868–871

Die ausführliche Literaturliste (85 Hinweise) kann bestellt werden bei: Daniel Liedtke, Dipl. Physiotherapeut, Rehaklinik Bellikon, 5454 Bellikon



Atemphysiotherapie mit dem Flutter™ (VRP<sub>1</sub>).

#### Atemphysiotherapie mit dem Flutter™ (VRP<sub>1</sub>)

**(VRP<sub>1</sub>).** Als Technik der APT wurde die Oszillation-Methode mittels Flutter VRP<sub>1</sub> angewandt. Wie Abbildung 2 zeigt, kann der Flutter mit einer Tabakpfeife (A), bestehend aus einem Mundstück (a), einem kreisförmigen Trichter (b), in welchem eine Metallkugel aufliegt (c), und einem abschraubbaren Auslass (d) verglichen werden. Im Ruhezustand liegt die Kugel fest im Trichter, und der Ausatmungskanal ist damit verschlossen. Wird nach einer maximalen Inspiration durch den Flutter ausgeatmet, so muss ein positiver Exspirationsdruck (PEP) von 15 bis 20 cm Wassersäule erzeugt werden, um die Kugel gegen ihr eigenes Gewicht anzuheben und um den Ausatmungskanal freizugeben. Die Kugel wird dabei an der Trichterwand hochgerollt. Durch die Öffnung des Ausatmungskanals wird die ausgeatmete Luft stark beschleunigt, womit beim Entschwinden der Luft aus dem Mund-

stück der Exspirationsdruck abfällt, was die Kugel in ihre ursprüngliche Ruheposition zurückfallen lässt. Damit wird der Atemstrom wieder unterbrochen. Durch die kurzzeitige Wiederholung dieses Vorganges nach dem «Stop-and-go»-Prinzip entstehen repetitive, periodische Unterbrechungen des Ausatmungsstromes, welche in der Lunge zu Oszillationen führen. Der Frequenzbereich dieser Oszillationen liegt zwischen 8 bis 26 Hz und muss durch Veränderung der Flutter-Position (unterschiedlicher Anstellwinkel des Konus) bei jedem Patienten individuell angepasst werden. Die günstigste Frequenz ist erzielt, wenn das Thorax-Lunge-Flutter-System so in Schwingung gebracht wird und die sogenannte Resonanzfrequenz (Eigenfrequenz mit maximaler Amplitude) erzielt wird. Unter dieser lungenphysiologischen Voraussetzung kann es zu maximalen Kaliberschwankungen auch kleinsten Bronchien kommen.

Zur Durchführung einer effizienten Physiotherapie mit dem Flutter VRP<sub>1</sub> ist eine entspannte Körperposition (Abbildung 2) von grösster Bedeutung, und ganz wesentlich ist, dass der Patient, entweder in Sitzposition (B) oder flach liegend den Anstellwinkel des Konus so wählt (C), dass die Resonanzfrequenz erreicht wird. Das Gerät muss beim Sitzen waagrecht gehalten werden (D). Nach vollständigem Einatmen wird durch den Flutter ausgeatmet und zwar so, als wollte man ein «Oh!» blasen. Durch wiederholtes Ausatmen in dieser Weise und leichtes Verändern der Geräteposition kann die günstige Wirkung der Oszillationen gefunden werden. Patienten, welche den Flutter in Resonanzfrequenz anwenden, verspüren die durch dieses Therapiegerät erzeugten Oszillationen. Vermag ein Patient diese Resonanzfrequenz nicht zu erreichen, sollte der Flutter VRP<sub>1</sub> nicht eingesetzt werden.