

Графичен анализ на дихателната механика при обдишване на новородени деца

Опит на отделението за новородени деца при МБАЛ „Проф. Ст. Киркович“ АД, Стара Загора

Д-р Христо Мумджиев

Отделение за новородени деца, МБАЛ „Проф. Ст. Киркович“ АД, Ст. Загора

Резюме

Изследвана е дихателната механика (ДМ) при обдишване на новородени деца, чрез проучване на кривите на обема (V), потока (F) и налягането (P) и примките V-P и P-F. Цел на проучването е оценка на възможностите за клинично приложение на графичния анализ, с оглед оптимизиране на апаратната вентилация. **Материал и методи.** Обхванати са 28 новородени деца, обдишвани в Отделение за новородени деца - гр. Ст. Загора, с телесна маса 1922 ± 548 гр. (970-3100 гр.), гестационна възраст 33.8 ± 3.4 г.с. (27-42 г.с.) и разнообразна патология. Използван е респиратор Babylog 8000 ver.4n. (Drager) с приставка за мониториране на дихателната механика Evita-View и свързан с него персонален компютър с принтер. От кривите на V, P и F са изчислени и проследени в динамика стойностите на дихателния обем/кг.т.м. (Vt/kg), кмплайнс/кг.т.м. (Crs/kg), резистанса (Rrs) и временната константа (Kt) на дихателната система. Анализирани е информативната стойност на мониторирането на описаните криви и примки. **Резултати:** Стойностите на показателите варират в следните граници: за Vt/kg от $4,18 \pm 1,47$ до $5,64 \pm 2,54$ ml/kg; за Crs от $0,29 \pm 0,16$ до $0,37 \pm 0,16$ ml/cm H₂O; за Rrs от $132,4 \pm 62,4$ до $169,7 \pm 8,9$ cm H₂O/l/sec; за Kt от $0,057 \pm 0,023$ до $0,104 \pm 0,038$ sec. Налице е сигнификантна корелативна връзка между стойностите на Rrs и преживяемостта ($r=0.448$; $P=0.033$), както и между Crs и развитието на белодробни усложнения ($r=0.441$; $P=0.031$). Описани са особеностите на кривите (F, V, P), отразяващи степента на синхронизация на обдишването, наличието на вътрешен PEEP, готовността за екстубация, както и особеностите на примките (V-P и F-P), характеризирани различни страни от взаимодействието респиратор-пациент. **Изводи:** Мониторирането и графичният анализ на дихателната механика улесняват клинициста при избора на оптимален режим и параметри на обдишване. Проследяването на показателите на ДМ има и прогностична стойност.

Graphic analysis of the pulmonary mechanics during artificial ventilation of newborn children

Experience of the neonatal intensive care unit district hospital "Prof. St. Kirkovitch", Stara Zagora

Hristo Mumdzhiiev, MD

Neonatal Intensive Care Unit, District Hospital "Prof. St. Kirkovitch", Stara Zagora

Abstract

Respiratory mechanics (RM) during artificial ventilation of newborn infants was studied, using bedside monitoring of

the volume (V), flow (F) and pressure (P) curves, V-P and P-F loops.

The aim of the study is to exercise the possibility of clinical implication of such graphic analysis of RM in order to optimize of artificial ventilation. **Material and Methods.** Twenty eight newborn infants suffering different diseases, ventilated in the NICU – Stara Zagora were under examination. Their mean weight was 1922 ± 548 g (970-3100 g), mean gestational age – 33.8 ± 3.4 g.w. (27-42 gw). A Babylog 8000 (Drager) respirator, connected to a PC was used. The system was upgraded with software for monitoring of pulmonary mechanics – Evita-View. The Tidal volume (Vt/kg), Compliance (Crs/kg), Resistance (Rrs/kg) and Time constant (Kt) of the respiratory system were determined using the V, F and P curves. The mentioned curves and loops were analyzed. **Results.** The values of the respiratory parameters are as follows: Vt/kg from $4,18 \pm 1,47$ to $5,64 \pm 2,54$ ml/kg; Crs from $0,29 \pm 0,16$ to $0,37 \pm 0,16$ ml/cm H₂O; Rrs from $132,4 \pm 62,4$ to $169,7 \pm 8,9$ cm H₂O/l/sec; Kt from $0,057 \pm 0,023$ to $0,104 \pm 0,038$ sec. There is a significant correlation between high Rrs and the survival rate ($r=0.448$; $P=0.033$), as well as between low Crs and the risk of pulmonary complications ($r=0.441$; $P=0.031$). The synchronization of ventilation, inadvertent PEEP and extubation success is studied using the FVP curves. Different sides of the respirator-patient relationship are shown with the V-P and F-P loops. **Conclusions.** Bedside monitoring and graphic analysis of pulmonary mechanics help the clinician choose the optimal ventilation parameters. The trends of the respiratory parameters also have prognostic value.

Конвенционалната апаратна вентилация е радикалният метод за лечение на дихателната недостатъчност у новородени деца. В последните години се появиха възможности за дигитално и графично мониториране на параметри от механиката на дишане (МД) по време на обдишване (Greenspan J. 1996, Khilnani P., 1998). Емпирично прилаганите в практиката принципи на апаратна вентилация при новородени деца следва да се преосмислят в светлината на получените данни от мониторирането на дихателната механика.

Цел на проучването. Оценка на възможностите на графичното представяне на МД, с оглед оптимизиране на апаратната вентилация при новородени деца.

Задачи:

1. Установяване на средните стойности на дихателния обем (V_t), кмплайнса (Cr_s) и резистанса (Rrs) на дихателната система през първите 7 дни на обдишване. Установяване на корелацията им с леталитета и възникването на белодробни усложнения.

2. Проучване на информативността на графичния образ на МД за оптимизиране на обдишването.

Материал и методи. Обхванати са 28 новородени деца, обдишвани в Отделение за новородени деца - гр. Ст. Загора, с телесна маса 1922 ± 548 гр. (970-3100 гр.), гестационна възраст 33.8 ± 3.4 г.с. (27-42 г.с.). В зависимост от водещата патология, разпределението е както следва: хиалинно-мембранна болест – 40%, пневмония – 27%, асфиксия – 7%, други заболявания – 26%. Съответната диагноза е поставена въз основа на стандартни клинични и параклинични критерии.

За графично изобразяване на параметрите на МД се използва следната конфигурация на апаратурата (фиг. 2): Респиратор Babylog 8000 (Drager, ver. 4n); персонален компютър с принтер; програмен продукт за дигитално и графично изобразяване и архивиране на параметри на дихателната механика - Evita-View (Drager).

Анализът на графичния образ се извършва като част от рутинното мониториране на детето. Еднократно дневно се съхраняват стандартните графични образи. Архивират се и образите, характеризиращи различните патологични състояния.

За определяне на стойностите на V_t , Cr_s , Rrs се използва графичният метод на Mead-Whittenberger (Mead J., 1953), при който стойностите на посочените параметри могат да се определят въз основа симултантните записи на кривите на налягането (P) обема (V) и потока (F) след допълнителни построения и изчисления (фиг. 3). За да позволят сравнение, данните за Cr_s и V_t са изразени на килограм телесна маса.

Резултати и обсъждане

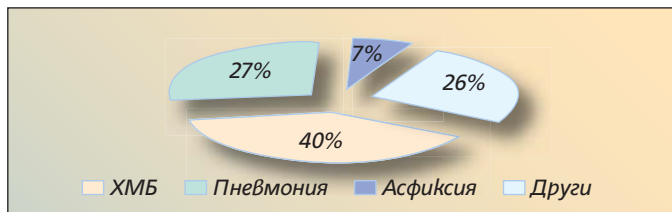
По характеристика на изследвания контингент (средната телесна маса е 1922 гр.) нашето проучване наподобява това на Rosen W. и съавт., 1993, в което средната телесна маса на обследваните деца е 1926 гр. В изследванията на повечето групи автори контингентът е от деца с по-ниска телесна маса (Stenson B и съавт. 1998).

В табл. 1 са представени данни относно преживяемостта на обдишваните деца и наличието на усложнения от апаратната вентилация.

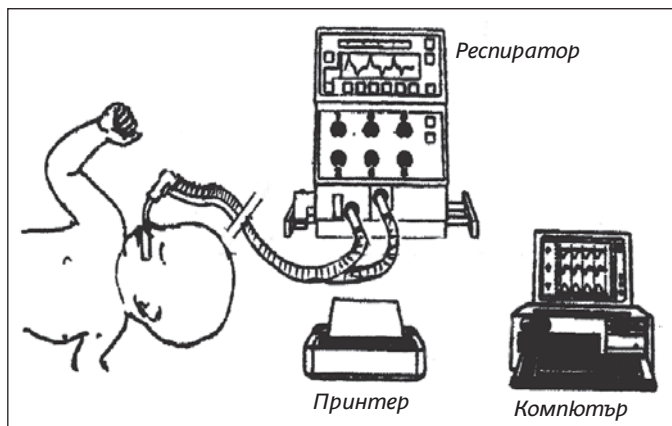
Сред изследваните деца леталитетът е 21.4%.

Показател	Обдишвани деца	
	бр.	%
Изход от лечението	Преживял	22 / 78,6
	Починал	6 / 21,4
Усложнения от вентилацията	Не	18 / 64,3
	Да	10 / 35,7
Общо	28	100

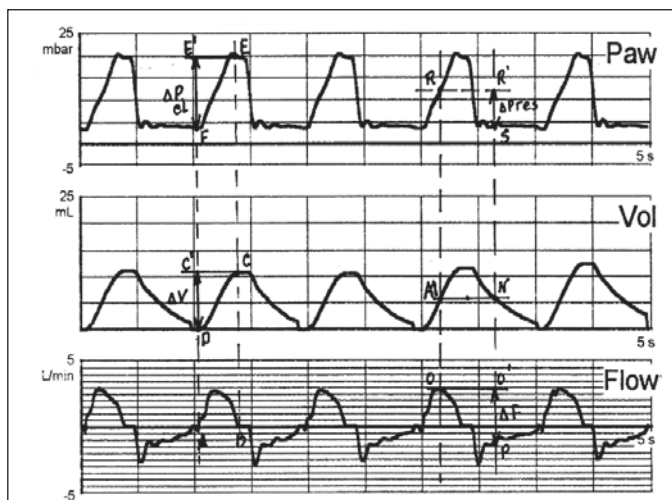
Табл. 1. Разпределение на обследваните деца в зависимост от изхода и наличието на усложнения



Фиг. 1. Разпределение на децата в зависимост от водещата патология



Фиг. 2. Конфигурация на апаратурата



Фиг. 3. Симултантни криви на V , P , F

Той е по-висок от този и на двамата цитирани погоре автори – Rosen и Stenson. Леталитетът в техните проучвания е съответно 20% и 15%. От друга страна, нашите данни са по-добри от тези на други български автори (Деспотова-Толева Л, 1998), които съобщават около 50% леталитет при обдишване новородени деца.

При 10 от обследване деца са установени усложнения от вентилацията както следва: пневмоторакс – 2 деца, реинтубация – 3, и бронхопулмонална дисплазия – 5 деца. Честотата на усложненията е сходен с този на други автори.

Стойности на показатели на МД. Установените стойности, стандартните отклонения за дихателния обем, кмплайнсът и резистансът за отделните дни на обдишване са отразени на табл. 2.

Сравнени са стойностите на отделните показатели в зависимост от преживяемостта и развитието на усложнения от вентилацията. Установено е следното (табл. 3):

Показател	1 ден	2 ден	3 ден	4 ден	5 ден	6 ден	7 ден
<i>Vt/kg ml</i>	4,58 ± 2,51	4,40 ± 1,46	4,40 ± 1,71	4,18 ± 1,47	5,26 ± 2,09	5,64 ± 2,54	6,05
<i>Crs/kg ml/cmH₂O</i>	0,29 ± 0,16	0,30 ± 0,16	0,30 ± 0,16	0,28 ± 0,11	0,33 ± 0,14	0,37 ± 0,16	0,43
<i>Rrs cmH₂O/l/sec</i>	156 ± 71	145 ± 77	132 ± 62	150 ± 46	134 ± 51	169 ± 9	
<i>Kt sec</i>	0,077 ± 0,04	0,065 ± 0,037	0,067 ± 0,037	0,057 ± 0,023	0,073 ± 0,048	0,104 ± 0,038	

Табл. 2. Средни стойности и стандартни отклонения на показателите в зависимост от деня на обдишване

Показател	Ден	1 ден	2 ден	3 ден	4 ден	5 ден	6 ден	7 ден
		X ± σ	X ± σ	X ± σ	X ± σ	X ± σ	X ± σ	X ± σ
<i>Crs/kg ml/cmH₂O</i>	С усложнения	0,22 ± 0,04	0,21 ± 0,08	0,18 ± 0,06	0,22 ± 0,08	0,31 ± 0,15	0,37 ± 0,17	0,43
	Без усложнения	0,33 ± 0,19	0,35 ± 0,18	0,37 ± 0,15	0,33 ± 0,13	0,39 ± 0,13	0,34	
<i>Rrs cmH₂O/l/sec</i>	Преживели	133 ± 38	129 ± 48	117 ± 46	149 ± 45	134	169	
	Починали	220 ± 105	220 ± 143	253 ± 38				

Табл. 3. Стойности на Crs в зависимост от наличието на усложнения и на Rrs в зависимост от преживяемостта

• Стойностите на кмплайнса са по-високи за първите 5 дни при децата без белодробни усложнения, като за 2 (P2=0,032) и за 3 (P3=0,003) дни тази разлика е статистически значима.

• Стойностите на резистанса са по-ниски при преживелите деца, като за първите 3 дни тази разлика е сигнификантна (P1=0,007, P2=0,027, P3= 0,001).

Установена е достоверна корелативна връзка между ниския Rrs и подобрената преживяемост: 1 ден (r=0,448 P=0,033), 3 ден (r=0,545 P=0,019), както и между ниския Crs и по-честото развитие на белодробни усложнения от вентилацията: 2 ден (r=0,441; P=0,031), 3 ден (r=0,648; P=0,001).

В настоящото проучване се установява значима корелационна зависимост между стойността на Crs/kg и развитието на белодробни усложнения, като колкото по-висок е кмплайнсът, толкова рискът от развитие на усложнения намалява. Опитите за предсказване развитието на БПД или неуспешна екстубация чрез анализ на стойностите на Crs са провеждани от множество автори. Kavvadia, изследвайки възможностите за прогнозиране на развитието на БПД, установява, че децата, които са кислородозависими след 28 ден, имат сигнификантно по-нисък Crs през 2 ден – 0.45 (0.13–1.30) ml/cmH₂O/kg срещу 0.78 (0.24–1.50) ml/cmH₂O/kg при децата без кислородна зависимост (Kavvadia V, 2000). В други проучвания са установени значимо по-ниски стойности на Crs от първия ден на обдишването при деца, развиващи БПД (Freezer N, 1993). Подобни данни, без да се достигне статистическа значимост, установява и Lui K, 2000. При изследване на 52 негноносени деца с телесна маса <1250 гр той установява, че обдишваните деца с по-нисък кмплайнс имат значимо по-голям шанс да развият БПД.

Особености на графичния образ на МД

Проведени са наблюдения върху особеностите на кривите P, V, F и примката V-P за оценка на следните параметри:

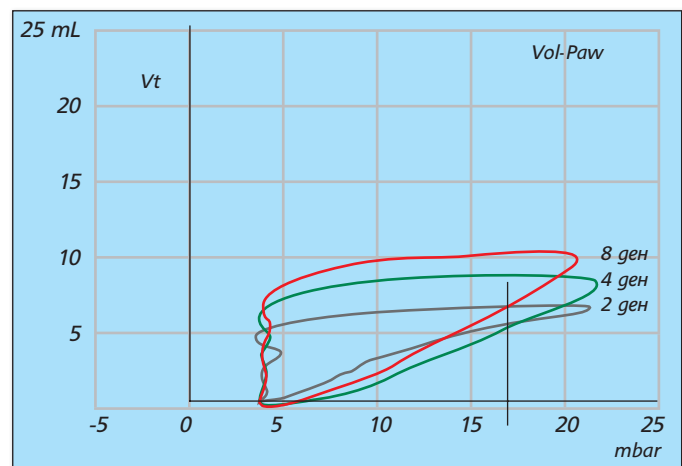
1. Оценка на величината на Crs по формата на кривата P-V

На фиг. 4 са отразени три примки обем-налягане, снети на 2, 4 и 6 ден от обдишването на дете с хиалинномембранна болест. Видно е, че при сходно максимално налягане при обдишване (около 23 mbar, отчетено по абсцисата) Vt се променя в посока към увеличение в следващите дни. Тъй като Crs = Vt/ΔP, то при увеличение на Vt без промяна в налягането Crs се увеличава. Колкото кривата е по-издигната по вертикалата, толкова стойността на кмплайнса е по-голяма, което отчита положителна динамика в белодробния статус на пациента (Sinha S., 1996).

2. Оценка на прераздуването на белия гроб по примката V-P

За оценка на прераздуването на белия гроб се предлага проследяване на стойността на съотношението C₂₀/C (Fisher J. 1988, Neve V., 2001), на кмплайнса за последните 20% от налягането към общата стойност на кмплайнса.

$$C_{20}/C = \frac{(Vt-Vt80): (Pmax - P80)}{Vt : \Delta P}$$



Фиг. 4. Визуална оценка на Crs по формата на примката обем-налягане

Счита се, че при стойности на $C_{20}/C < 0,8$ е налице прераздуване на белия гроб. В описания случай при крива „В“ $C_{20}/C = 0,51$ и е налице прераздуване, като е удачно намаляване на максималното налягане. При крива „А“ $C_{20}/C = 1,1$ и изборът на максимално налягане е удачен.

3. Установяване на адекватността на подбраното положително налягане в края на издишването (РЕЕР) по примката VP

Примката обем-налягане може да се използва за визуална оценка на адекватността на подбрания РЕЕР (Aufrecht С. 1995, Amato М., 1995). Ние сме описали количествено съотношението между подбрания РЕЕР и реалното налягане, при което въздухът започва да навлиза в белия гроб (т.н. low inflexion point (LiP)). Оптимално двете величини следва да са еднакви (РЕЕР/LiP = 1.0) (фиг. 6, примка В), т.е. още с началото на инспириума покачването на налягането да води до увеличаване на обема на белия гроб. При стойности на РЕЕР/LiP < 1 белият гроб колабира при експириум и е необходимо допълнително налягане преди началото на разгъването (фиг. 6, примка А). При РЕЕР/LiP > 1 остатъчното налягане в белия гроб е по-високо от това, при което той започва да колабира, и са налице условия за неговото прераздуване.

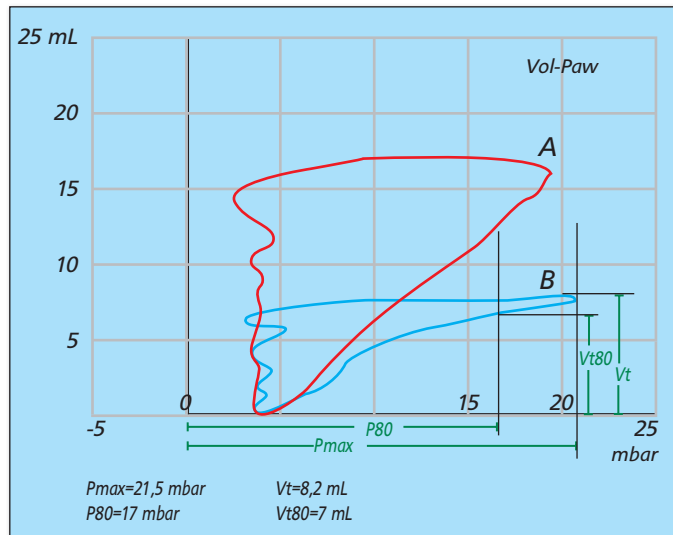
4. Оценка относно изтичането на въздух покрай тубуса

Респираторът Babylog 8000 (Drager) регистрира в дигитален вид изтичането на въздух покрай тубуса, като процент от дихателния обем. При наблюдение върху примката налягане-обем може също да се оцени този феномен. Изтичане над 10% води до хиповентилация. Намалява се и точността на измерването на дихателната механика (Kondo Т., 1997). От проведените от нас записи на примката обем-налягане при различни деца данни за съществено „изтичане“ са регистрирани в 6 случая, при два от които се наложи подмяна на тубуса с по-широк. Един от случаите е демонстриран на фиг. 7.

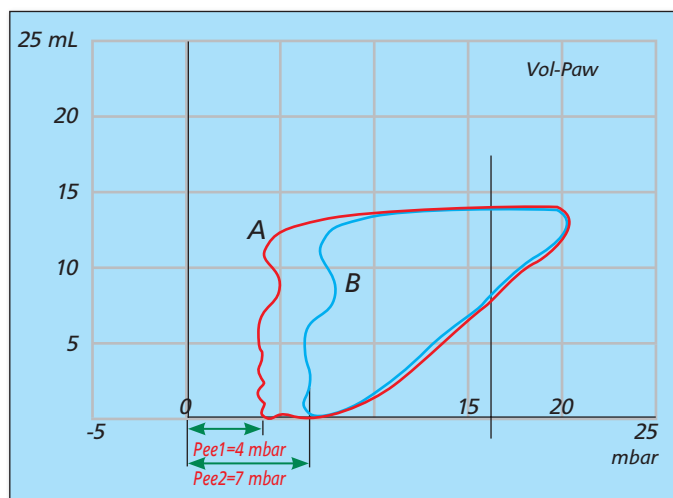
Касае се за дете Росица М. (ИЗ № 132 – ИС, 1999 г.), 2500 гр, диагноза вродена пневмония. Представената крива е от първия ден на обдишването с тубус с вътрешен диаметър 2,5 мм, при необходимост от тубус с диаметър 3.0 мм за тази телесна маса. Респираторът отчита $V_t=10$ ml изтичане покрай тубуса $Leak=14\%$. На фиг. 7 се вижда, че експираторното коляно прекъсва в точка „А“ на около 3.0 ml от нулевата за обема точка „В“. В резултат от това е налице регистрация на дихателния обем със занижена стойност от 10 ml, докато от фигурата е видно, че той е 13 ml.

5. Оценка на наличието на секрет в дихателните пътища

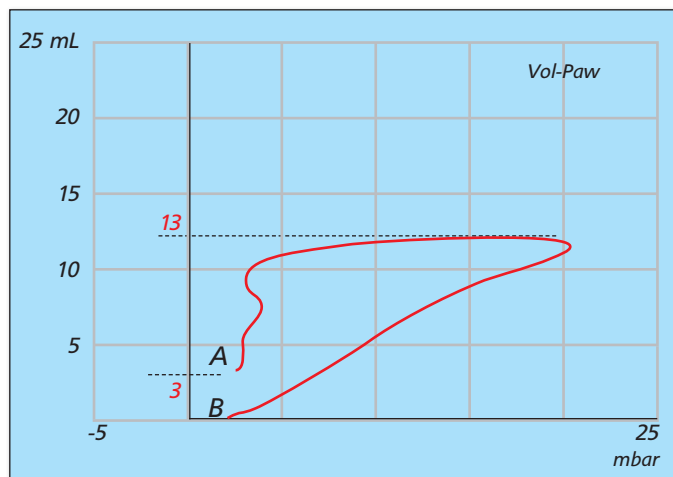
Проследяването, както на кривите, така и на примките обем-налягане и поток-налягане, дава възможност да се оцени наличието на секрет



Фиг. 5. Графичен образ на прераздуването на белия гроб



Фиг. 6. Оценка на адекватността на подбрания РЕЕР



Фиг. 7. Примка V-P с данни за прекомерно изтичане на въздух покрай тубуса

в дихателните пътища и необходимостта от трахеален лаваж (Leclerc F, 1996).

На фиг. 8 са отразени криви обем-налягане при обдишване на дете Стоян У. (ИЗ № 3 - ИС, 1999 г.), гестационна възраст 32 г.с., телесна маса 1750 гр. Диагноза ХМБ, усложнена с бронхо-пулмонална дисплазия. Кривата с тънка линия е записана преди трахеален лаваж. Видни са колебанията на експираторното ко-

ляно на кривата. Кривата с дебела линия е записана след лаваж. Експираторните колебания на кривата са минимални.

6. Оценка на синхронизацията на апаратното със спонтанното дишане на пациента

Симултантният запис на кривите V, P и F дава възможност за оценка на степента на синхронизация на апаратното и спонтанното дишане при режим SIMV (синхронизирана мандаторна вентилация), който използваме като основен режим за отвикване от респиратора. Добрата синхронизация е условие за ефективна вентилация при минимална баротравма (Greenough A., 1996).

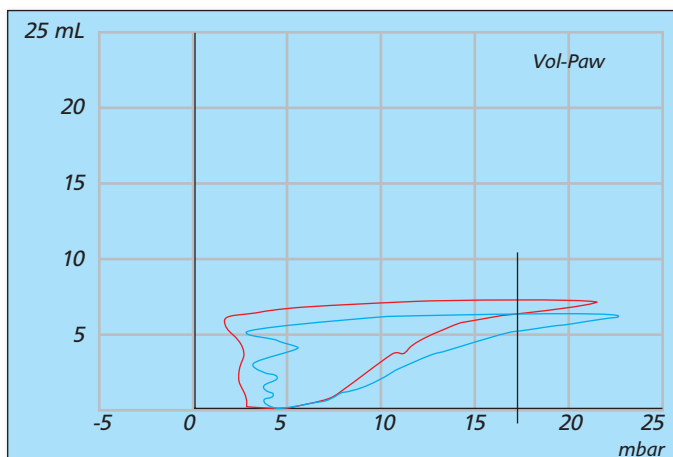
На фиг. 9 е представен запис на кривите V, P и F при обдишване на детето Моника П. (ИЗ № 209 – ИС, 1998 г.) Отразени са два режима на обдишване SIMV (синхронизирана мандаторна вентилация) с дебела линия и SIPPV (синхронизирана вентилация с променливо положително налягане) – с тънка линия. С буква „А“ са отразени налягането и дихателния обем при апаратно вдишване, а с „В“ – дихателния обем при спонтанните вдишвания между апаратните. Видна е добрата синхронизация: на три спонтанни вдишвания следва едно апаратно. Дихателният обем на апаратното вдишване е почти двукратно по-висок от този при спонтанните вдишвания (А, сравнено с В). При SIPPV апаратът подпомага всички спонтанни вдишвания на детето и дихателните обеми на всички вдишвания са еднакви.

Изборът на параметри на обдишването, при които синхронизацията между апаратното и спонтанното дишане на пациента е максимална, е съществено условие за намаляване на баротравмата.

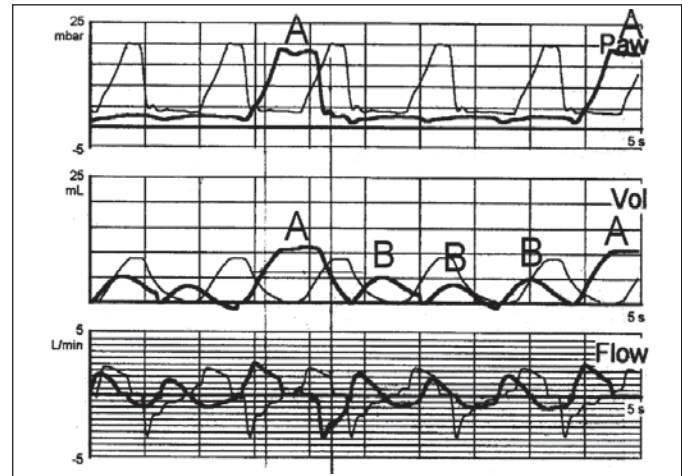
7. Оценка на ефективността на спонтанното дишане

Ефективността на спонтанното дишане може да се оцени чрез анализ на кривите на обема, потока и налягането при краткотрайно обдишване на детето в режим "трахеален CPAP" (Balsan M., 1990, Kawadia V., 2000)

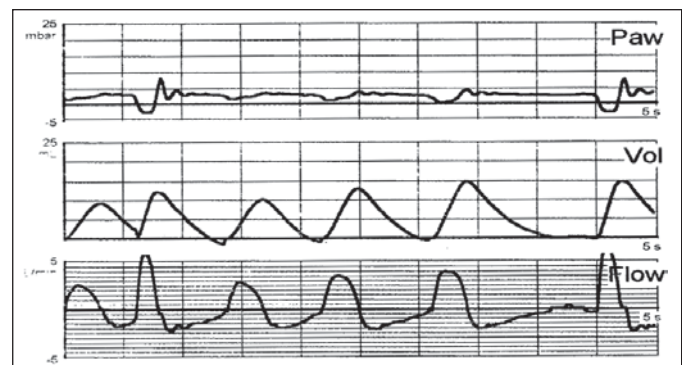
На фиг. 10 е представен запис на кривите V, P и F, проведен на трахеален CPAP 30 минути преди екстубацията на пациента Кольо Й. (ИЗ 45 – ИС, 1999 г.), 31 гестационна седмица, 1800 гр,



Фиг. 8. Демонстрация на секрет в тубуса



Фиг. 9. Запис на синхронизирана вентилация



Фиг. 10. Демонстрация на ефективно спонтанно дишане при трахеален CPAP преди екстубацията

диагноза ХМБ. Регистрират се дихателни обеми в диапазона 10-15 ml спрямо средната крива) при спонтанно дишане, при незначими промени в налягането, тъй като детето не се обдишва с променливо налягане (най-горната крива). Регистрираните дихателни обеми са с нормални стойности (6-7ml/kg) и са предпоставка за проведната успешна екстубация.

Изводи

1. Графичният образ на дихателната механика позволява проследяване на стойностите на кмплайнса и резистанса на дихателната система, които имат прогностично значение.
2. Оценката на графичния образ на дихателната механика е съществена част от мониторирането при апаратна вентилация и допринася за нейното оптимизиране.

Литература

1. Деспотова-Толева Л. Вентилаторна-оксигенационна терапия. ИК-ВАП 2002.
2. Aufricht C, Frenzel K, Votava F et al. Quasistatic volume pressure curve to predict effects of positive end expirium pressure on lung mechanics and gas exchange in neonates ventilated for respiratory distress syndrome. *Am J Perinatol* 1995;12 /1/:67-72
3. Balsan M, Jones J, Watchko J et al. Measurement of pulmonary mechanics prior to the elective extubation of neonates. *Pediatr Pulmonol* 1990;9:238-43

Пълната библиографска справка е на разположение в издателството и може да бъде представена при поискване.