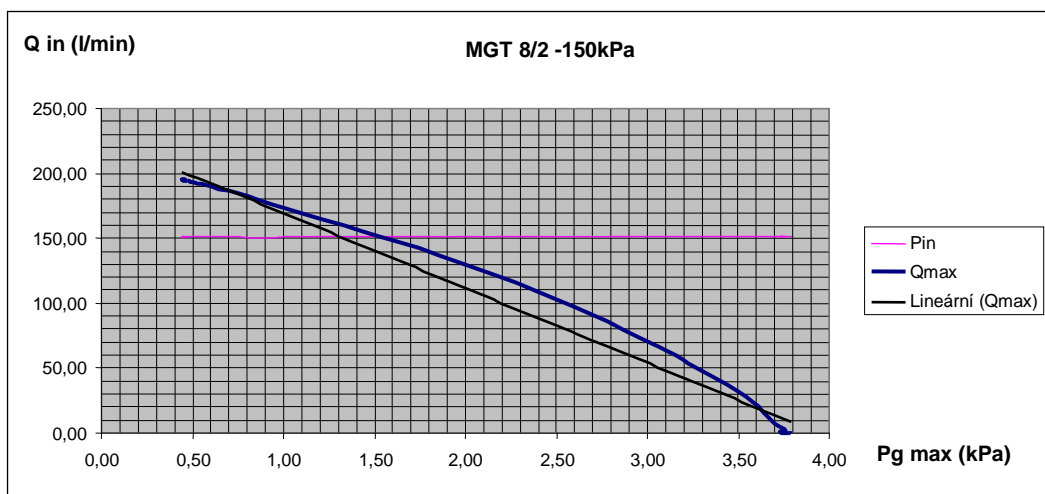


# VFDV KUCHÁRKA

## Paravent: Nastavovanie základných parametrov

V princípe je nastavenie základných prietokových a tlakových parametrov definované konštrukčným riešením MGT.

V prípade, že sa použije veľkosti pacienta primeraný ET alebo tracheostomická (TT) kanyla a pripojí sa príslušný MGT, sú dané predpokladané tlakovo prietokové parametre konštrukčným riešením systému „dýza- prijímací kanál“, tak aby bola dosiahnutá výmena plynov v pľúcach na požadovanej (predpokladanej) úrovni. Pohonný tlak  $P_{in} = 150 \pm 5\%$  kPa. Ventiláciu aplikujeme netesnenou ET, TT kanylou – tesniacu manžetu nenafukujeme. Frekvencia ventilácie = 120 c/min.



Typický priebeh tlakovej krivky MGT 8 na dýze 2 pri  $P_{in} = 150$  kPa ( modrá krivka)  
Lineárna regresia – čierna krivka. (obr)

Priemerné tlaky  $P_{g \max}$  pri **Pin 150 kPa** na dýze

1	sú 2,0 kPa $\pm 20\%$
2	3,5 kPa $\pm 20\%$
3	5,5 kPa $\pm 20\%$

Platí pre všetky generátory ( je to statický tlak pri uzavretom výtoku z MGT)

Pre **Pin 300 kPa** pre všetky generátory sú PG max nasledovné

Dýza 1	4,0 kPa $\pm 20\%$
2	7,1 kPa $\pm 20\%$
3	10,2 kPa $\pm 20\%$

Podľa normy by sa do dýchacích ciest nemal dostať tlak vyšší ako 10 kPa, ktorý je považovaný za deštruktívny pre pľúcny parenchým.

Keďže MGT vytvára maximálny generovaný **statický** tlak  $P_{g \max} = 10$  kPa. V otvorenom systéme netesnej ET kanyly sa z fyzikálneho princípu v tomto systéme za dynamických

okolností nemôže prekročiť limitný tlak 10 kPa.  $P_t$  – tracheálny tlak meraný v dynamickom režime na experimentálnych zvieratách sa pohyboval pri  $P_{in}$  300 kPa v rozmedzí 7 – 8,5 kPa, čo je možné považovať za bezpečné z hľadiska barotraumy.

Okrem toho sa  $P_{in}$  nad 250- 280 kPa **dôrazne neodporúča**. Druhým stupňom ochrany je „total stop“ t.j. stráženie a limitovanie tlaku ventilátorom Paravent.

## Determinacia MV (minute volume) a Vt (tidal volume)

Pre determináciu MV (minute volume) a Vt (tidal volume) na základe frekvencie a ostatných parametrov, použite prosím **Brychtovu Ventilacnu Rovnicu**:

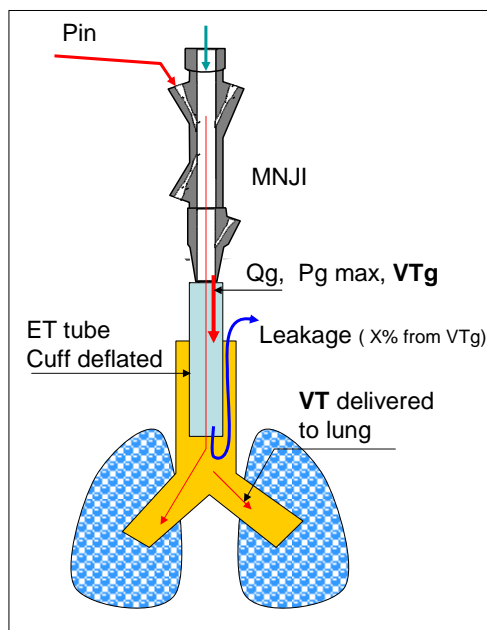


Ventilation  
equation.xls

### Model dychových objemov pri VFDV.

1. Pri aplikácii VFDV je použitá netesnená kanyla, ktorej rozdielny priemer od priemeru trachei predstavuje priestor pre únik plynov počas inšpiria ( hlavne) a aj počas expíria. Tento priestor predstavuje určitý malý odpor ( $R_u$ ) pre unikajúci plyn ( leakage). U menších subjektov ( deti , novorodenci, je vzhľadom k anatómii trachei a jej sliznice únik menší.
2. Ak teda generátor pripojený na záťaž (pľúca) predstavuje zdroj exponenciálne klesajúceho prietoku , integrál prietoku ( $Q_g$ ) v čase  $T_i$  je generovaným objemom  $VT_g$ .
3. Časť z objemu generovaného generátorom uniká cez  $R_u$  (leakage) do atmosféry a tak  $VT$  delivered dodané do pľúc je menšie ako  $VT_g$ .
4. Generátory sú konštruované v veľkou rezervou a principiálne predstavujú generátory tlaku, schopné kompenzovať aj veľký únik, pričom  $P_g$  (tlak generátora) neklesá.
5. Výsledný objem tečúci do pľúc aj z nich je závislý od mechanických vlastností pľúc ( $R_{aw}$  a  $C_{st}$ ). Preto pri vysokom odpore ( astma) je VFDV kontraindikovaná.

Obr.1



Pneumatický model pľúc pre jednotlivé veľkostné kategórie ( dané priemerom ET kanyly) je v tab.1

Model C	C (l/kPa)	R (kPa/l/s)	Rt (kPa/l/s)	Rsum(kPa/l/s)	Q (l/e) (l/s)	Tau (sek)	ET kanyla (mm)
50	0,5	0,2	0,4	0,6	2	0,3	8-9
25	0,25	0,35	0,5	0,85	1	0,2125	6-7
10	0,1	1	1	2	0,5	0,2	5
3	0,03	5	2	7	0,075	0,21	3-4
1	0,01	10	2,7	12,7	0,05	0,127	2,5

Pomocou modelu bo realizovaný výpočet VT generátora pri frekvencii 120 c/min a pohonom tlaku Pin=140 -150 kPa pri aplikácii primeraného MGT ET kanyle ( 3 -9 mm) na dýze č.2 pri Ti:Te = 1:1

Orientačné priemerné hodnoty VTg pri aplikácii MGT od 3 do 9 na príslušných modeloch uvedených v tab.1, sú v tab.2

ET kanyla (mm)	VTg pri PG=3,3 kPa
8-9	0,334283
6-7	0,276768
5	0,11
3-4	0,033615
2,5	0,018654

Pretože pri aplikácii VFDV je prítomný vždy únik netesnosťou ET kanyly, po korekcii úniku, je VT delivered do pľúc nižší a to podľa tab.3

ET kanyla (mm)	Leakage %	VT delivered s leakage	MV s leakage calculated
8-9	45	0,183856	22,06268
6-7	40	0,166061	19,9273
5	35	0,0715	8,58
3-4	30	0,02353	2,823627

2,5	20	0,014923	1,790803
-----	----	----------	----------

Minútová ventilácia (MV) prepočítaná na  $f = 120$  c/min je v porovnaní s reálne meranou u normálnych pľúc (Cst a Raw) v rozsahu cca  $\pm 20\%$

Iste tento výpočet je vždy len orientačný, pretože parametre pľúcnej mechaniky pacienta môžu výrazne vplývať na výmenu plynov, pričom korekciu potrebnej energie (Pin) , sledujúc Paw, a kliniku pacienta určuje vždy lekár.

## Orientačné hodnoty MV (minute volume) a Vt (tidal volume) pre jednotlivé veľkosti MGT a nastaviteľným insuflačným tlakom

Uvedené tabuľky ukazujú namerané hodnoty MV a VT s únikom pre prislúchajúce MGT na dýze č.II, s nastavenou frekvenciou 120 c/min., , Ti:Te = 1:1, pre nastaviteľný insuflačný tlak Pin (rozmädzie: 100 – 300 kPa), merané na laboratórnych meracích prístrojoch s presnosťou merania  $\pm 1.5\%$  na „normálnych pľúcach“ (s ohľadom na Cst a Raw) intubovaných s prislúchajúcou endotracheálnou, netesnou kanylou (tesniaci balónik je sfúknutý, t.j. existuje normálny únik okolo tesniaceho balóniku):

MGT	3 / Dýza č. II			
Pin (kPa)	100	150	200	300
Pgmax (kPa)	2.55	3.70	4.80	7.30
Qgmax (L)	14.00	18.00	21.00	25.00
VT Max (L)	0.06	0.08	0.09	0.10
VT bez úniku (L)	0.02	0.03	0.04	0.04
VT s únikom (L)	0.01	0.02	0.02	0.02
MV s únikom (L)	1.56	2.00	2.33	2.78

MGT	4 / Dýza č. II			
Pin (kPa)	100	150	200	300
Pgmax (kPa)	2.55	3.70	4.80	7.30
Qgmax (L)	38.00	45.00	53.00	62.00
VT Max (L)	0.16	0.19	0.22	0.26
VT bez úniku (L)	0.06	0.08	0.09	0.10
VT s únikom (L)	0.04	0.04	0.05	0.06
MV s únikom (L)	4.22	5.00	5.89	6.89

MGT	5 / Dýza č. II			
Pin (kPa)	100	150	200	300
Pgmax (kPa)	2.55	3.70	4.80	7.30
Qgmax (L)	46.00	56.00	67.00	78.00
VT Max (L)	0.19	0.23	0.28	0.33
VT bez úniku (L)	0.08	0.09	0.11	0.13
VT s únikom (L)	0.04	0.05	0.06	0.07
MV s únikom (L)	5.11	6.22	7.44	8.67

MGT	6 / Dýza č. II			
Pin (kPa)	100	150	200	300
Pgmax (kPa)	2.55	3.70	4.80	7.30
Qgmax (L)	84.00	101.00	117.00	143.00
VT Max (L)	0.35	0.42	0.49	0.60

VT bez úniku (L)	0.14	0.17	0.20	0.24
VT s únikom (L)	0.08	0.09	0.11	0.13
MV s únikom (L)	9.33	11.22	13.00	15.89

MGT	7 / Dýza č. II			
Pin (kPa)	100	150	200	300
Pgmax (kPa)	2.55	3.70	4.80	7.30
Qgmax (L)	119.00	147.00	173.00	211.00
VT Max (L)	0.50	0.61	0.72	0.88
VT bez úniku (L)	0.20	0.25	0.29	0.35
VT s únikom (L)	0.11	0.14	0.16	0.20
MV s únikom (L)	13.22	16.33	19.22	23.44

MGT	8 / Dýza č. II			
Pin (kPa)	100	150	200	300
Pgmax (kPa)	2.55	3.70	4.80	7.30
Qgmax (L)	155.00	193.00	225.00	277.00
VT Max (L)	0.65	0.80	0.94	1.15
VT bez úniku (L)	0.26	0.32	0.38	0.46
VT s únikom (L)	0.14	0.18	0.21	0.26
MV s únikom (L)	17.22	21.44	25.00	30.78

MGT	9 / Dýza č. II			
Pin (kPa)	100	150	200	300
Pgmax (kPa)	2.55	3.70	4.80	7.30
Qgmax (L)	183.00	193.00	236.00	283.00
VT Max (L)	0.76	0.80	0.98	1.18
VT bez úniku (L)	0.31	0.32	0.39	0.47
VT s únikom (L)	0.17	0.18	0.22	0.26
MV s únikom (L)	20.33	21.44	26.22	31.44

MGT	10 / Dýza č. II			
Pin (kPa)	100	150	200	300
Pgmax (kPa)	2.55	3.70	4.80	7.30
Qgmax (L)	199.00	208.00	245.00	320.00
VT Max (L)	0.83	0.87	1.02	1.33
VT bez úniku (L)	0.33	0.35	0.41	0.53
VT s únikom (L)	0.18	0.19	0.23	0.30
MV s únikom (L)	22.11	23.11	27.22	35.56

## Pre rýchlu orientáciu:

### 1. Ventilácia pacienta bez pľúcneho poškodenia

Šokové stavy – hemoragický šok, trauma, KPR napríklad pri fibrilácii srdcových komôr, intoxikácie a pod. )

Vhodne základné nastavenie:

Pin (insufl. tlak)	Použité MGT číslo	Použitá dýza na MGT	Ti:Te (Ti%)
150 kPa	Zodpovedajúce hrúbke ET, TT kanyle	č. I	1:1 (50%)

### 2. Ventilácia v prípade menej závažného pľúcneho poškodenia, alebo u pacienta obéznejšieho, prípadne pre transport

Je vhodné aplikovať tzv. základné nastavenie:

Pin (insufl. tlak)	Použité MGT číslo	Použitá dýza na MGT	Ti:Te (Ti%)
150 kPa	Zodpovedajúce hrúbke ET, TT kanyle	č. II	1:1 (50%)

### 3. Ventilácia v prípade závažného pľúcneho poškodenia, pneumónia, iniciálna ALI (acute lung injury), ťažká obezita, edém pľúc a pod.

Vhodné nastavenie:

Pin (insufl. tlak)	Použité MGT číslo	Použitá dýza na MGT	Ti:Te (Ti%)
150 kPa	Zodpovedajúce hrúbke ET, TT kanyle	č. III	1:1 (50%)

### **4. CAVE – VFDV je absolútne kontraindikovaná pri veľmi ťažkom bronchospazme a pri status astmaticus !!!**

### **Aplikácia VFDV cez menej obvyklé pomôcky zabezpečujúce priechodnosť dýchacích ciest**

VFDV je možné aplikovať aj laryngeálnou maskou , alebo cez „combi tubus“, či inú pomôcku na zabezpečenie dýchacích ciest.

V prípade dobrej hermetičnosti pomôcky aplikovať:

Pin (insufl. tlak)	Použité MGT číslo	Použitá dýza na MGT	Ti:Te (Ti%)
150-170 kPa	MGT č. 7-9	č. I alebo II	1:1 (50%)

### **Menej štandardné situácie**

V prípade veľkej obezity, ťažkého pľúcneho postihnutia je vhodné začínať VFDV na príslušnej veľkosti MGT ale upraviť Pin:

Pin (insufl. tlak)	Použité MGT číslo	Použitá dýza na MGT	Ti:Te (Ti%)
170-180 kPa	Zodpovedajúce hrúbke ET, TT kanyle	č. II alebo III	1:1 (50%)

Dosiahne sa tým zvýšenie MV (Minute Volume), aj Paw bude vyššie. Len vzácnne je nevyhnutné aplikovať tlaky okolo 200 kPa a to u veľmi skolabovaných hepatizovaných pľúc.

## Neštandardné situácie

### 1. Život zachraňujúca koniopunkcia

V prípade **život zachraňujúcej koniopunkcie** (napr. minitrach II Portex) je možné na kanylu pripojiť MGT č.4 – 5 aj u dospelého pacienta.

Vtedy je potrebné na zvýšenie výkonu ventilátora aplikovať Pin = 190 – 220 kPa a pripojiť dýzu č.III:

Pin (insufl. tlak)	Použité MGT číslo	Použitá dýza na MGT	Ti:Te (Ti%)
190-220 kPa	MGT č. 4-5	č. III	1:1 (50%)

Ventilácia je aplikovaná v tomto prípade len ako „**life saving**“, potom urýchlene tracheotómia.

### 2. Pacient zasypaný sypkou hmotou

V prípade, že pacient je **zasypaný sypkou hmotou** (piesok, zrna, hlina, banské nešťastia), t.j. je zmenšená rozťažnosť hrudníka i brucha zároveň, aplikujeme nastavenia ventilátora ako v predošlom bode aj pri intubácii normálnou (primeranou ET kanylou), ale v tomto jedinom prípade **nafúkame** tesniacu manžetu (cuff) ET kanyly. Ide o „**life saving**“ ventiláciu.

Pin (insufl. tlak)	Použité MGT číslo	Použitá dýza na MGT	Ti:Te (Ti%)
190-220 kPa	MGT č. 4-5	č. III	1:1 (50%)

V prípade vyprostenia pacienta znížime Pin na 150 – 170 kPa a vypustíme tesniacu manžetu.

### 3. VFDV pri bronchoskópii

Ak použijeme VFDV pri **bronchoskópii** a to spôsobom cez ET, TT kanylu, po zavedení bronchoskopu cez MGT, zvýšime Pin = 180 – 210 kPa:

Pin (insufl. tlak)	Použité MGT číslo	Použitá dýza na MGT	Ti:Te (Ti%)
180-210 kPa	Vyššie MGT č. 8-10	č. III	1:1 (50%)

Po vytiahnutí bronchoskopu sa vrátíme na parametre aplikované pred bronchoskopiou.

## Neinvazívna VFDV-M - maskou

V prípadoch neinvazívnej ventilácie maskou je u dospelých aplikovaná VFDV-M pomocou MGT č. 10 (0) do dýzy č. 3, pričom  $P_{in} = 180$  kPa. V prípade **závažného edému pľúc**, alebo **poklesu  $C_{st}$**  sa môže  $P_{in}$  zvyšovať na hodnoty až 230 kPa.

<b><math>P_{in}</math> (insufl. tlak)</b>	<b>Použitý MGT číslo</b>	<b>Použitá dýza na MGT</b>	<b><math>T_i:T_e</math> (Ti%)</b>
180 (230) kPa	MGT č. 10 (0)	č. III	1:1 (50%)

## VFDV pri magnetickej rezonancii

Pre aplikáciu VFDV pri NMRI sa používajú pre pripojenie pacienta hadice o dĺžke 10 metrov. V tomto prípade je potrebné urobiť korekciu tlakovej straty na hadiciach kompenzáciu  $P_{in}$  oproti bežne nastaveným hodnotám tak ako je v tabuľke č.1

Tab.č.1. Tabuľka korekcií  $P_{in}$  pre jednotlivé MGT

<b>MGT č.</b>	<b>Korekcia <math>P_{IN}</math> v %</b>
<b>7</b>	+ 10 %
<b>8</b>	+ 15 %
<b>9</b>	+ 20 %

Ak máme počiatočné nastavenie:

<b><math>P_{in}</math> (insufl. tlak)</b>	<b>Použitý MGT číslo</b>	<b>Použitá dýza na MGT</b>	<b><math>T_i:T_e</math> (Ti%)</b>
150 kPa	MGT č. 7	č. II	1:1 (50%)

tak pri aplikácii **MGT č.7** zvýšime  $P_{in}$  o cca 10 %:

<b><math>P_{in}</math> (insufl. tlak)</b>	<b>Použitý MGT číslo</b>	<b>Použitá dýza na MGT</b>	<b><math>T_i:T_e</math> (Ti%)</b>
160-165 kPa	MGT č. 7	č. II	1:1 (50%)

Pri **MGT č. 9** zvýšime  $P_{in}$  o cca. 20 % na hodnotu cca. 180 kPa, aby sme dosiahli porovnateľnú výmenu plynov.

Pre **MGT pod 6 mm** korekcia nie je potrebná.

## Špeciálne aplikácie s využitím „expulzného efektu“

### 1. Laváž pľúc a aplikácia expulzie za účelom „čistenia“ bronchiálneho stromu

V tomto prípade na začiatku aplikujeme „neutrálny efekt“ VFDV:

<b><math>P_{in}</math> (insufl. tlak)</b>	<b>Použitý MGT číslo</b>	<b>Použitá dýza na MGT</b>	<b><math>T_i:T_e</math> (Ti%)</b>
<b>150 kPa</b>	Zodpovedajúce hrúbke ET, TT kanyle	podľa stavu pacienta	1:1 (50%)

Pri instilácii lavážnej tekutiny cez „lavážny ventil“ použijeme tzv. „**impulzný efekt**“ Ti:Te = 1:2 (Ti% = 33%), ostatné parametre nemeniť. **Impulzia nesmie trvať dlhšie ako 120 sek.**

Pin (insufl. tlak)	Použité MGT číslo	Použitá dýza na MGT	Ti:Te (Ti%)
150 kPa	Zodpovedajúce hrúbke ET, TT kanyle	podľa stavu pacienta	1:2 (33%)

Potom prepne ventilátor do „**expulzného režimu**“, nastavíme Ti:Te = 2:1 a ventilujeme 5-20 minút. Ostatné parametre nemeníme:

Pin (insufl. tlak)	Použité MGT číslo	Použitá dýza na MGT	Ti:Te (Ti%)
150 kPa	Zodpovedajúce hrúbke ET, TT kanyle	podľa stavu pacienta	2:1 (66%)

Na **konci expulzie** je možné vstreknúť do lavážneho ventilu cca 1-3 ml 0,25 – 0,5 % Marcainu, za účelom slizničnej analgézie, ktorá zlepši toleranciu ET kanyly.

## 2. Laváž pľúc pri kyslej aspirácii- prevencia Mendelsonovho syndrómu, inhalácia chlóru, horúcich a toxických plynov

V tomto prípade **na začiatku aplikujeme „expulzný efekt“** VFDV Ti:Te = 2:1 (Ti% = 66%), minimálne na 2 – 5 minút:

Pin (insufl. tlak)	Použité MGT číslo	Použitá dýza na MGT	Ti:Te (Ti%)
150 kPa	Zodpovedajúce hrúbke ET, TT kanyle	podľa stavu pacienta	2:1 (66%)

Pri instilácii lavážnej tkutiny (bikarbonát 2,4%, kortikoidy) cez „lavážny ventil“ použijeme tzv. „**neutrálny efekt**“ Ti:Te = 1:1 (Ti% = 50%), ostatné parametre nemeniť:

Pin (insufl. tlak)	Použité MGT číslo	Použitá dýza na MGT	Ti:Te (Ti%)
150 kPa	Zodpovedajúce hrúbke ET, TT kanyle	podľa stavu pacienta	1:1 (50%)

**Impulzia sa nesmie použiť, aby sa aspirát nedostal v bronchiálnom strome distálne.**

Potom prepne ventilátor do **expulzného režimu** , nastavíme Ti:Te = 2:1 a ventilujeme 5 minút. Ostatné parametre nemeníme:

Pin (insufl. tlak)	Použité MGT číslo	Použitá dýza na MGT	Ti:Te (Ti%)
150 kPa	Zodpovedajúce hrúbke ET, TT kanyle	podľa stavu pacienta	2:1 (66%)

Striedame neutrálny a expulzný režim, opakovane lavážujeme. Na konci poslednej expulzie je možné vstreknúť do lavážneho ventilu cca 1-3 ml 0,25 – 0,5 % Marcainu, za účelom slizničnej analgézie, ktorá zlepši toleranciu ET kanyly.

## **Špeciálne použitie pri operáciách na bronchiálnom strome a trachey**

Aplikuje sa katéťrová VFDV, ktorá vyžaduje zaškolenie na špecializovanom pracovisku, jednak chirurga, jednak anestéziológa.

## **Špeciálne použitie pri leryngeálnych operáciách**

Pre aplikáciu VFDV je možné použiť katétre firmy Acutronic (normal a laser), špecifikáciu je nevyhnutné individualizovať a konzultovať s referenčným pracoviskom.