

Tlenoterapia

student Piotr Kuczek
Warszawski Uniwersytet Medyczny



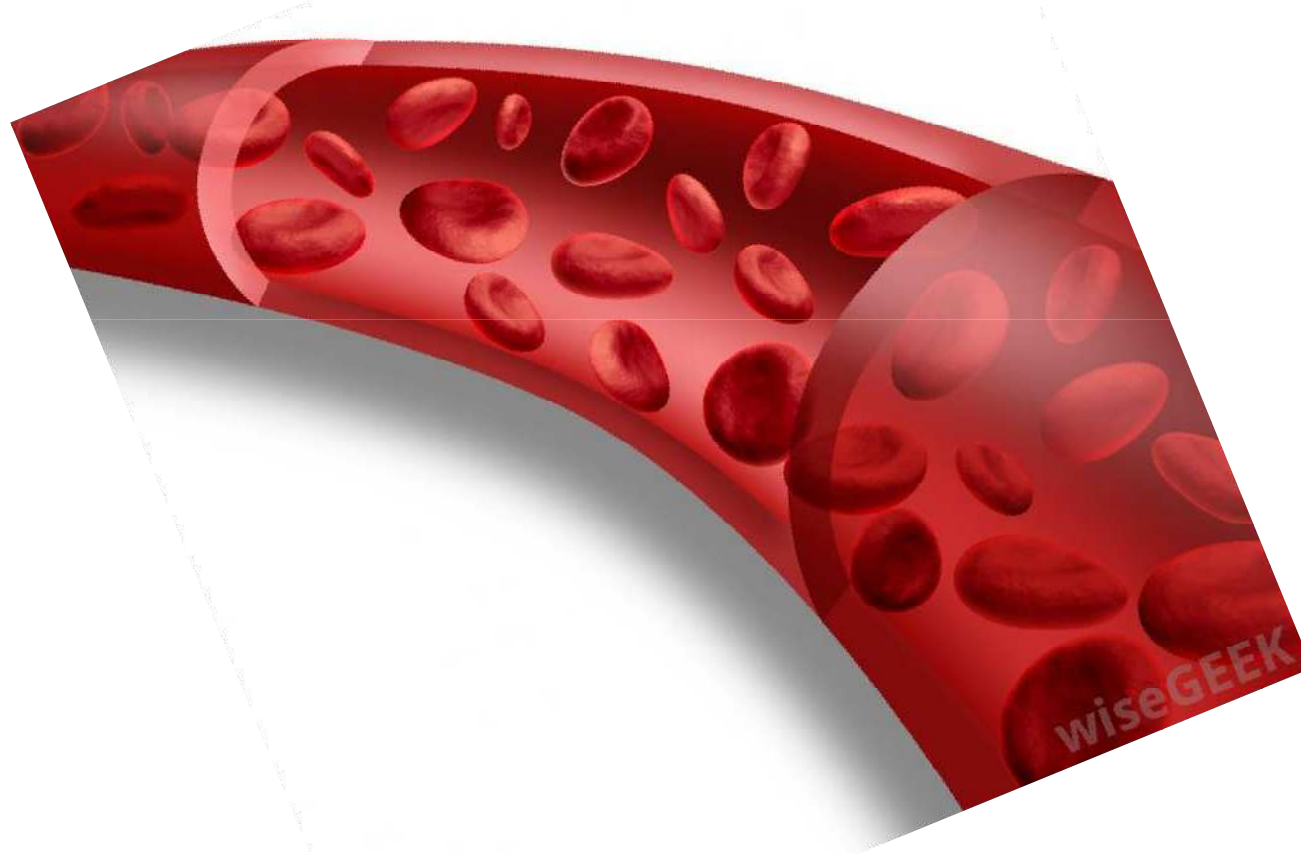


Plan prezentacji

- Dystrybucja tlenu w ustroju
- Monitorowanie
- Tlenoterapia - aspekty techniczne
- Tlenoterapia - aspekty medyczne



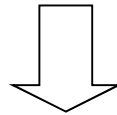
Dystrybucja tlenu



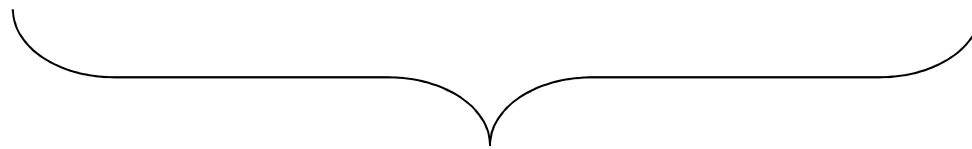


Ile tlenu krąży we krwi pacjenta?

całkowita prężność gazu to suma ciśnień wszystkich jego cząsteczek



Hb (97%) + osocze (3%)



proporcje te w intensywnej tlenoterapii zmieniają się



...i wzorek:

$$\text{CaO}_2 = 1,34 \times [\text{Hb}] \times [\text{SaO}_2] + [\text{PaO}_2] \times 0,003$$

ml/dl (%obj) g/dl np. 0,98 mmHg

Norma: 16-22 ml/dl

Jedyną sytuacją, w której otrzymamy niediagnostyczny wynik jest zatrucie CO

przełożenie PaO₂ na SaO₂:

20mmHg = 25%

40mmHg = 75%

60mmHg = 90%

80mmHg = 96%

100mmHg = 100%

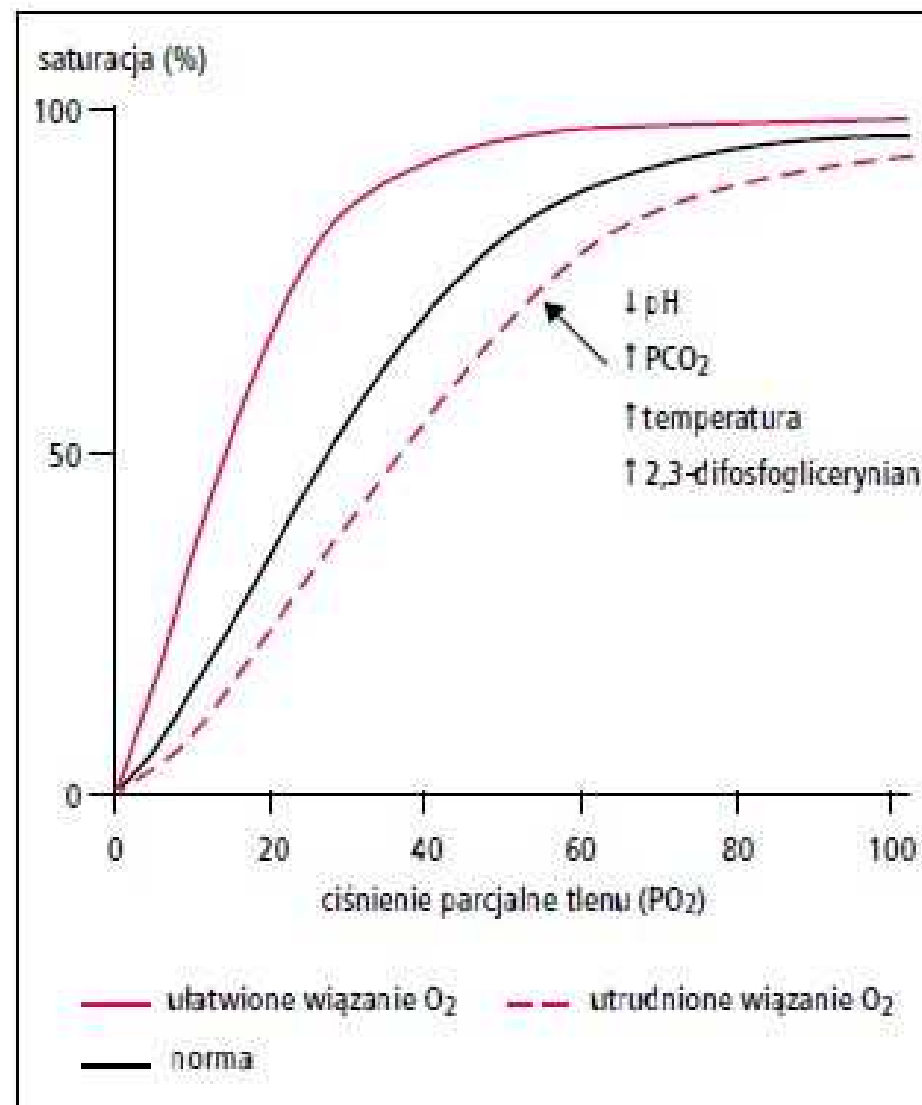
200mmHg = 100%

500mmHg = 100%

Różnica 50% !!

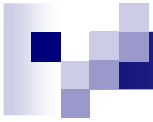
Różnica 15% !

Różnica 6%



Monitorowanie





$$1\text{atm} = 1\text{bar} = 100\text{kPa} = 750\text{mmHg}$$

$$1\text{mmHg} = 133\text{Pa} = 0,133\text{kPa}$$

$$1\text{kPa} = 7,5\text{mmHg}$$

PaO₂ – ciśnienie parcjalne tlenu we krwi tętniczej

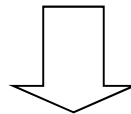
PAO₂ – ciśnienie parcjalne tlenu w pęcherzykach płucnych



Pulsoksymetria

Zasada działania pulsoksymetru polega na pomiarze absorpcji dwóch fal (czerwonej i podczerwonej) przez Hb w RBC. Różnice w strukturze przestrzennej Hb utlenowanej i odtlenowanej pozwalają nam określić ich wzajemny stosunek we krwi.

Saturacja mówi nam więc **jaki procent ze wszystkich cząsteczek Hb** w krwinkach czerwonych połączony jest z tlenem



Pacjent zanemizowany może mieć prawidłową SaO₂, a jednocześnie być w ciężkiej hipoksji !!! → wzór na CaO₂



Najważniejsze ograniczenia pomiaru

- nałogowi palacze tytoniu (upośledzenie krążenia włosniczkowego)
- zmiany na paznokciach (lakier, grzybica) ?
- zimne kończyny, hipotermia
- **zatrucie CO** (SaO₂ 100% !!!)
- objaw Raynoud
- wstrząs

Wynik SaO₂ jest najczęściej niewiarygodny, jeśli częstotliwość tętna zmierzona przez pulsoksymetr nie odpowiada ocenie palpacyjnej
(nie dotyczy błędu pomiaru w zatruciu CO)



Gazometria

Materiał diagnostyczny:

- krew tętnicza
- arterializowana krew włośniczkowa (mniejsza wiarygodność)
- krew żylna rzadziej

Najczęstsze miejsca wkłucia:

- tętnica promieniowa
- tętnica udowa
- tętnica ramienna



NORMY

krew tętnicza:

PaO₂ > 80mmHg

PaCO₂ 35-45mmHg

SaO₂ > 94/96%

krew żylna:

PvO₂ 35-40mmHg

PvCO₂ 45-47mmHg

SvO₂ 70-75%

U pacjentów z hiperkapniczą niewydolnością oddechową (najczęściej POCHP) tolerujemy wartości SaO₂ 88-92%

Uwaga !!!

Interpretacja wyników bez sprawdzenia jakim FiO₂ oddycha pacjent jest błędem w sztuce lekarskiej

Uwaga !!!

Tlenoterapia – aspekty techniczne



Źródła tlenu

- szpitalne - sieć centralna



Źródła tlenu

- szpitalne - bezpośrednio z butli





Źródła tlenu

Obliczanie zapasu tlenu w butli

$$\text{Czas dysponowania tlenem} = \frac{\text{objętość butli (w litrach)} \times \text{ciśnienie w butli (atm)}}{\text{przepływ tlenu (litr/min)}}$$

(min)

Źródła tlenu

▪ pozaszpitalne → koncentratory tlenu

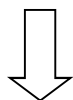
- ✓ zagęszczają tlen pobierany z otaczającego powietrza poprzez absorpcję części azotu
- ✓ maksymalne stężenie 50-90%
- ✓ maksymalny przepływ do 5 l/min
- ✓ bezpieczne i wydajne
- ✓ łatwe w obsłudze



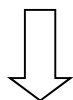


Metody tlenoterapii

czynna



intubacja, maska krtaniowa

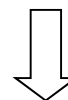


łatwość podaży tlenu o żądanym stężeniu

bierna



różnego typu maski twarzowe



stężenie podawanego tlenu jest
zależne od wielu czynników
(głównie typ maski i jej szczelność)

Wąsy tlenowe

- wygodne, dobrze tolerowane
- ekonomiczne
- dla pacjentów nie wymagających wysokiej podaży tlenu
- w hiperkapniczych niewydolnościach oddechowych





Stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej przy stosowaniu wąsów

Litr / min	Stężenie tlenu
1	24
2	28
3	32
4	36
5	40
6	44
7	48
8	52

Maski proste

- posiadają otwory boczne przez które napływa powietrze z zewnątrz i miesza się z tlenem
- nie muszą ściśle przylegać do twarzy

Nie stosować przepływów mniejszych niż 5 l/min - retencja powietrza wydychanego pod maską



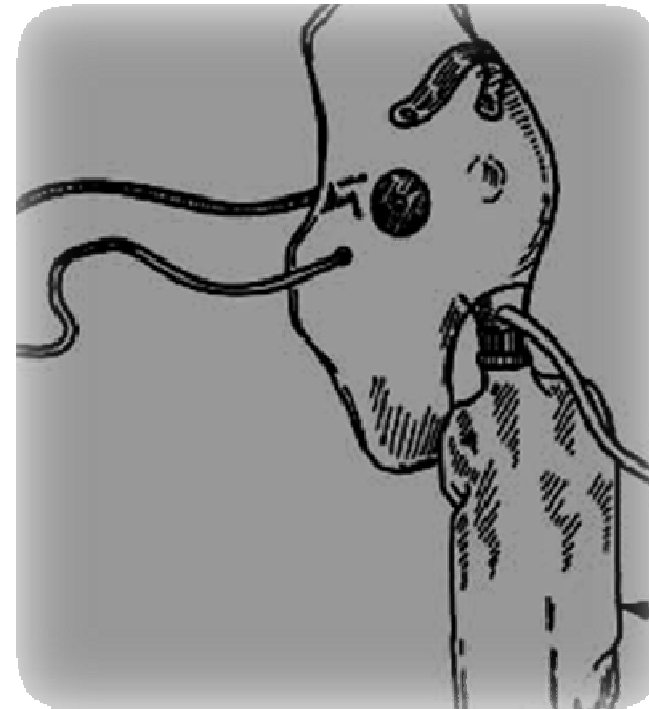


Stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej przy stosowaniu maski prostej

Litry / min	Stężenie tlenu
5-6	40
6-7	50
7-8	60

Maska z rezerwuarem częściowo zwrotna

- posiada worek rezerwuarowy, który dodatkowo zwiększa stężenie tlenu
- podobnie jak maska prosta, posiada otwory boczne, przez które napływa powietrze z zewnątrz
- nie musi przylegać ściśle do twarzy
- zapewnia większe stężenia tlenu niż maska prosta
- przeznaczona do dużych przepływów (worek musi być cały czas napełniony)





Stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej przy stosowaniu masek z rezzerwuarem częściowo-zwrotnych

Litry / min	Stężenie tlenu
7	70
10	80
15	90-95

Maska z rezerwuarem bezzwrotna

- w otworach bocznych posiada zastawkę, która nie dopuszcza do mieszania się powietrza z tlenem
- zastawka odprowadza powietrze wydychane na zewnątrz
- maska musi szczelnie przylegać do twarzy
- objętość worka musi przekraczać TV, a przepływ tlenu MV
- **zapewnia najwyższe możliwe stężenie tlenu – 100%**

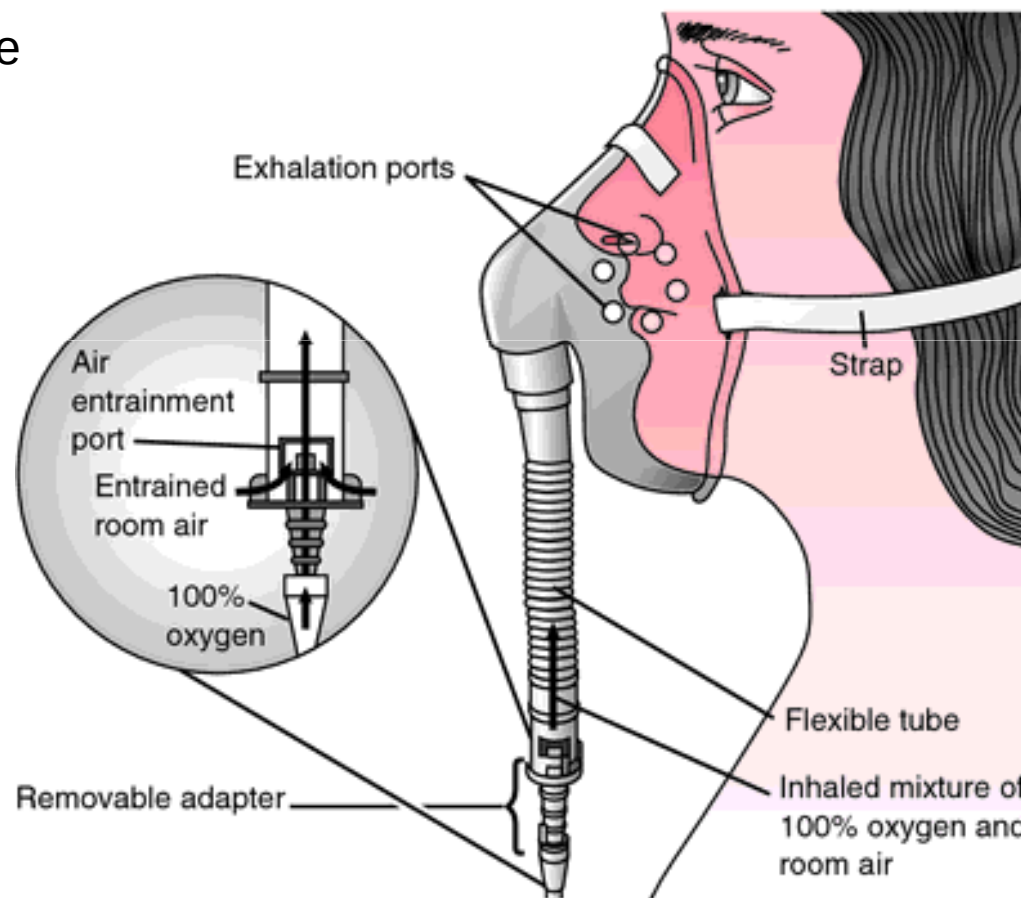


Maska z zastawką Venturiego

- posiada wymienny port, który reguluje ilość dopływającego tlenu do maski
- umożliwia bardzo dokładne dawkowanie tlenu
- musi szczelnie przylegać do twarzy
- dobra w procesie stopniowego „odzwyczajania” pacjentów od tlenu
- stosowana wszędzie tam gdzie nie możemy pozwolić sobie na „przetlenowanie” pacjenta



POCHP, mukowiscydoza



Rodzaje zastawek Venturiego

- Niebieska **24%** - 2 l/min
- Żółta **28%** - 4 l/min
- Biała **31%** - 6 l/min
- Zielona **35%** - 8 l/min
- Różowa **40%** - 8 l/min
- Pomarańczowa **50%** - 12 l/m



CPAP – stałe dodatnie ciśnienie w DO

- podłączamy do respiratora z funkcją nieinwazyjnej wentylacji zastępczej (NIV)
- powietrze bądź mieszanka
- głównie do leczenia bezdechu sennego
- również w POCHP, HF, obrzęku płuc, czy w neonatologii (infant flow)



Tlenoterapia – aspekty medyczne





Fakty

- neurony zaczynają obumierać po niedotlenieniu trwającym już 4 minuty → jednak duża zmienność osobnicza



rekord świata w statycznym wstrzymaniu
oddechu wynosi ponad 20 minut ;)

- niektóre badania dowodzą, że OUN długoletnich palaczy jest bardziej odporny na niedotlenienie - lepsze statystyki w udarze mózgu
- szansa na wybudzenie pacjenta ze śpiączki (po asfiksji) jest bliska zeru / śpiączka pourazowa rokuje znacznie lepiej
- każde, dłużej trwające znieczulenie ogólne powoduje hipoperfuzję i śmierć neuronów → nie ma znieczulenia obojętnego dla mózgu



Oznaki niedotlenienia

- pobudzenie, niepokój, euforia, bezkrytyczność (Himalaje)
- duszność
- sinica – występuje, gdy stężenie Hb odtlenowanej wynosi ponad 5g/dl → w ciężkiej anemii sinicy może nie być !
- utrata przytomności
- kwasica metaboliczna



Wskazania do tlenoterapii

Bezwzględny i **jedynym** wskazaniem do wdrożenia tlenoterapii jest niedotlenienie:

- $\text{PaO}_2 < 70/80\text{mmHg}$
- $\text{SaO}_2 < 94/96\%$

Pacjenci z hiperkapniczą niewydolnością oddechową (najczęściej POCHP, mukowiscydoza i otyłość):

- $\text{PaO}_2 < 55\text{mmHg}$
- $\text{SaO}_2 < 88\%$



Zasady leczenia tlenem

- stosuj tlen tylko w przypadku hipoksemii
- dobierz odpowiednie stężenie (POCHP, mukowiscydoza, otyłość)
- po każdej zmianie stężenia monitoruj SaO₂ w sposób ciągły przez co najmniej 5 minut
- w szczególnych sytuacjach (zatrucie CO) stosujemy możliwie największe przepływy i dążymy do PaO₂ >> 100mmHg
- tlen ogrzany do temperatury ciała o wilgotności 100%
- tylko tlen medyczny z atestem

Tlenoterapię prowadzimy tak, aby uzyskać prawidłowe wartości PaO₂ i SaO₂ dla danego pacjenta



Zaostrzenie przewlekłej niewydolności oddechowej

- przed rozpoczęciem leczenia tlenem – gazometria
- u chorych zagrożonych hiperkapnią (POCHP, mukowiscydoza, rozstrzenie oskrzeli)
dążymy do **SaO₂ 88-92%**



- wąsy 05-1,5 l/min
- maska Venturiego 24%
- CPAP



Zaostrzenie przewlekłej niewydolności oddechowej

- jeżeli w gazometrii nie stwierdza się retencji CO₂, można zwiększyć docelowy zakres SaO₂ -- ?
- kontrolować **gazometrię – przed rozpoczęciem leczenia**, 30-60 minut później oraz po każdej zmianie stężenia tlenu
- w razie utrzymywania się niskiego PaO₂, bądź znacznej hiperkapni rozważamy wentylację mechaniczną



Toksyczne działanie tlenu

- toksyczne działanie tlenu ujawnia się w wielu narządach już po 6-24h oddychania 100% tlenem
- uszkodzenia płuc stają się nieodwracalne jeśli czas ekspozycji był większy niż 24-48h
- w celu uniknięcia toksycznego działania tlenu na płuca w IT należy stosować stężenia >40% tylko jeśli jest to konieczne
- stężenia 40-50% są dobrze tolerowane przez wiele tygodni



Toksyczne działanie tlenu

Tlenoterapia 100% tlenem:

- po 6h objawy zapalenia tchawicy i oskrzeli

z suchością błony śluzowej i upośledzeniem oczyszczania śluzowo-rzęskowego – zaleganie śluzu i rozwój zmian obturacyjnych

- po 24h niedodma absorpcyjna płuc

dochodzi do wypłukiwania azotu i zastępowania go tlenem, który jest szybko absorbowany → zapadanie się pęcherzyków

- po 48h obrzęk płuc

dochodzi do zwiększenia grubości bariery pęcherzykowo-włośniczkowej, co skutkuje wzrostem gradientu i przenikaniem płynów/białek z kapilar krążenia płucnego do śródmiąższu i pęcherzyków



Toksyczne działanie tlenu

- działanie tlenu jest główną przyczyną dysplazji oskrzelowo-płucnej u wcześniaków (CLD)

(występuje u 15% noworodków wentylowanych sztucznie przez ponad 3 tygodnie)

- istotna przyczyna retinopatii wcześniaków w wyniku uszkodzenia siatkówki
- mózg – dochodzi do rozwoju kwasicy tkankowej (drgawki, stan padaczkowy)
- układ krążenia – zmniejszenie rzutu systemowego i przepływu mózgowego (skurcz tętnic)
- erytrocyty – utlenianie białek błony komórkowej i wystąpienie hemolizy



Toksyczne działanie tlenu

Objawy subiektywne hiperoksji:

- zawroty głowy (skurcz tętnic mózgowych)
- ból za mostkiem
- zaburzenia oddychania włącznie z jego zatrzymaniem jako skutek spadku impulsacji ośrodka oddechowego
- kaszel, zaleganie śluzu, dyskomfort

jako wynik wysychania błon śluzowych i upośledzenia ruchu rzęsek (ogrzewanie i nawilżanie tlenu zapobiega tym objawom)



Zagrożenia

- możliwość insuflacji do żołądka
- niezauważone zakończenie tlenu w butli
- wybuch, pożar (uwaga przy defibrylacji!)



Zasada Edwardsa

**„W ratownictwie maksimum tlenu,
w lecznictwie minimum tlenu”**



przewlekła hiperkapnia
hiperwentylacja



Dziękuję za uwagę !