



BAROTRAUMA URAZ CIŚNIENIOWY

Pełny Przewodnik dla Początkujących Nurków



Fizyka • Fizjologia • Bezpieczeństwo

NIEWIDZIALNY WRÓG: GRADIENT CIŚNIENI

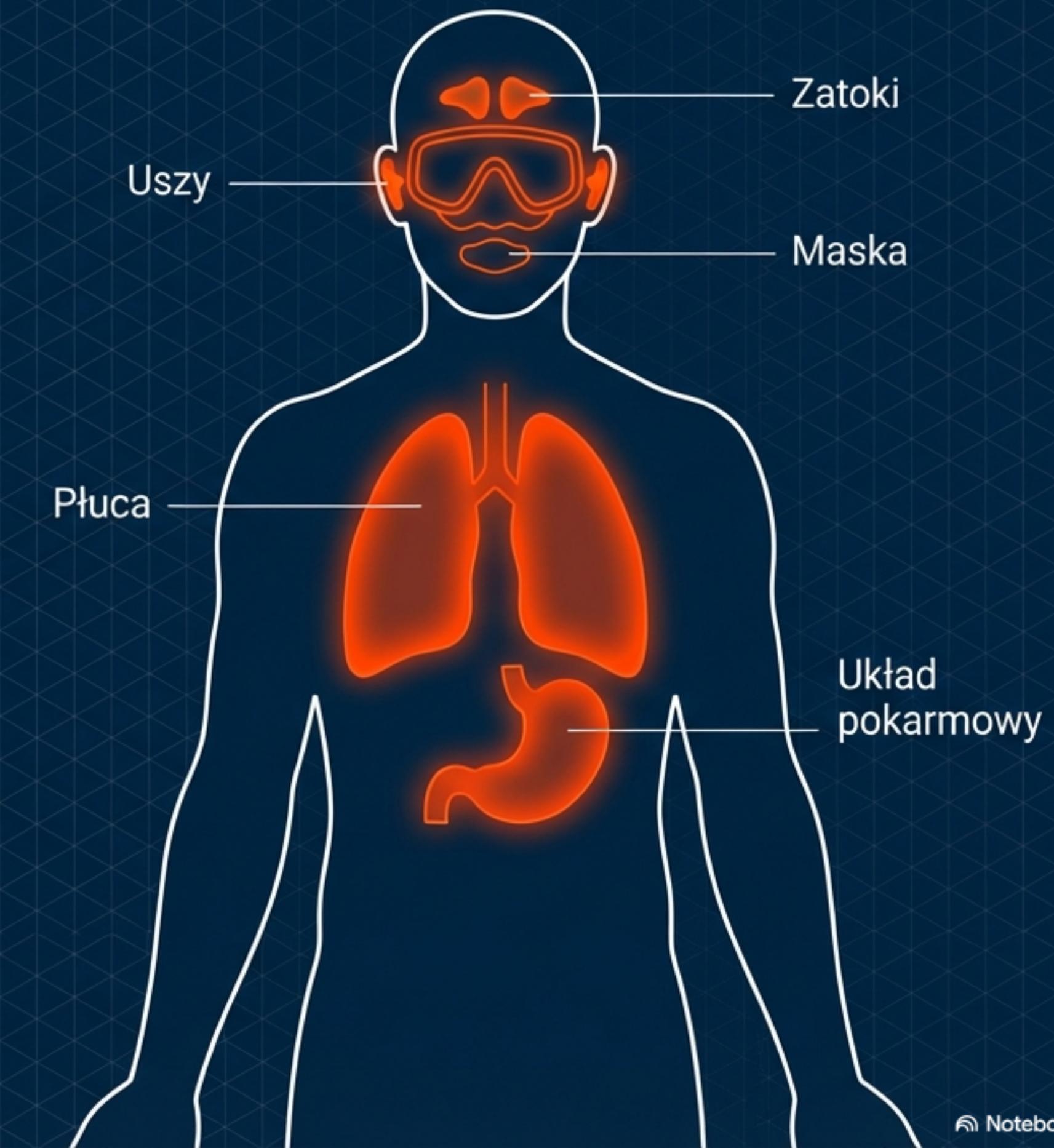
Woda nie jest naturalnym środowiskiem człowieka. Nasze ciało składa się w większości z płynów (tkanek nieściśliwych), które doskonale znoszą ciśnienie.

Definicja Barotraumy:

Jest to uszkodzenie tkanek wynikające z różnicy ciśnień (gradientu) między przestrzenią gazową wewnętrz ciała a ciśnieniem otoczenia.

Problem dotyczy wyłącznie przestrzeni powietrznych.

„Ciało przenosi ciśnienie jak woda, ale powietrze wewnętrz nas reaguje gwałtownie.”



PRAWO BOYLE'A-MARIOTTE'A: FUNDAMENT FIZYKI NURKOWANIA

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Zasada:

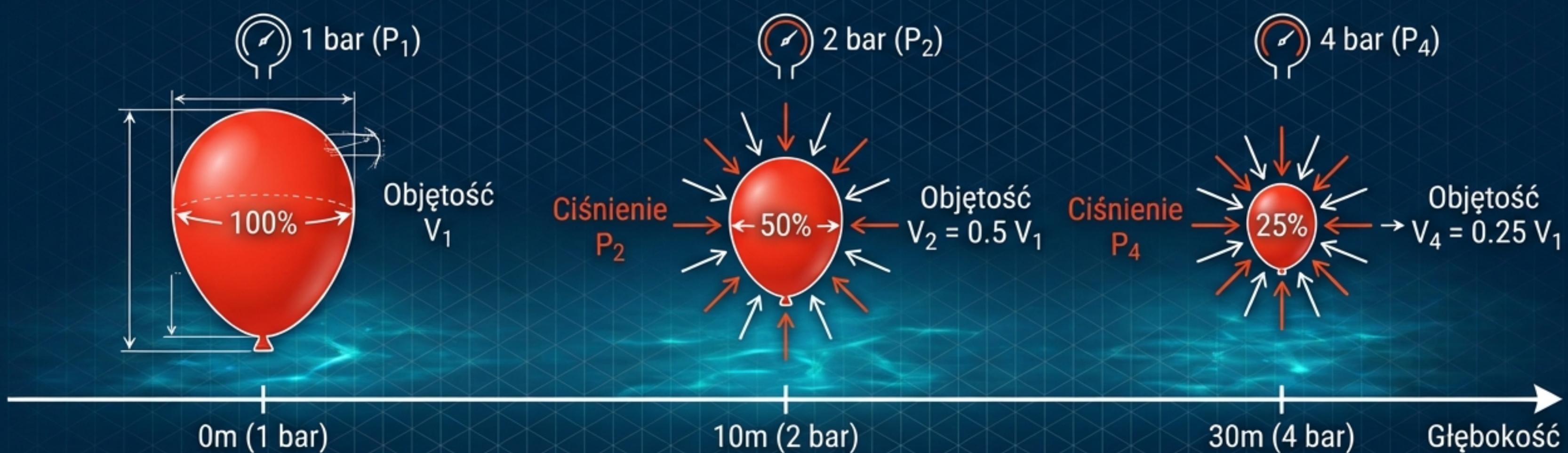
W stałej temperaturze objętość gazu jest odwrotnie proporcjonalna do jego ciśnienia.

Zanurzanie (\uparrow Ciśnienie):

Objętość gazu maleje (**kompresja**).

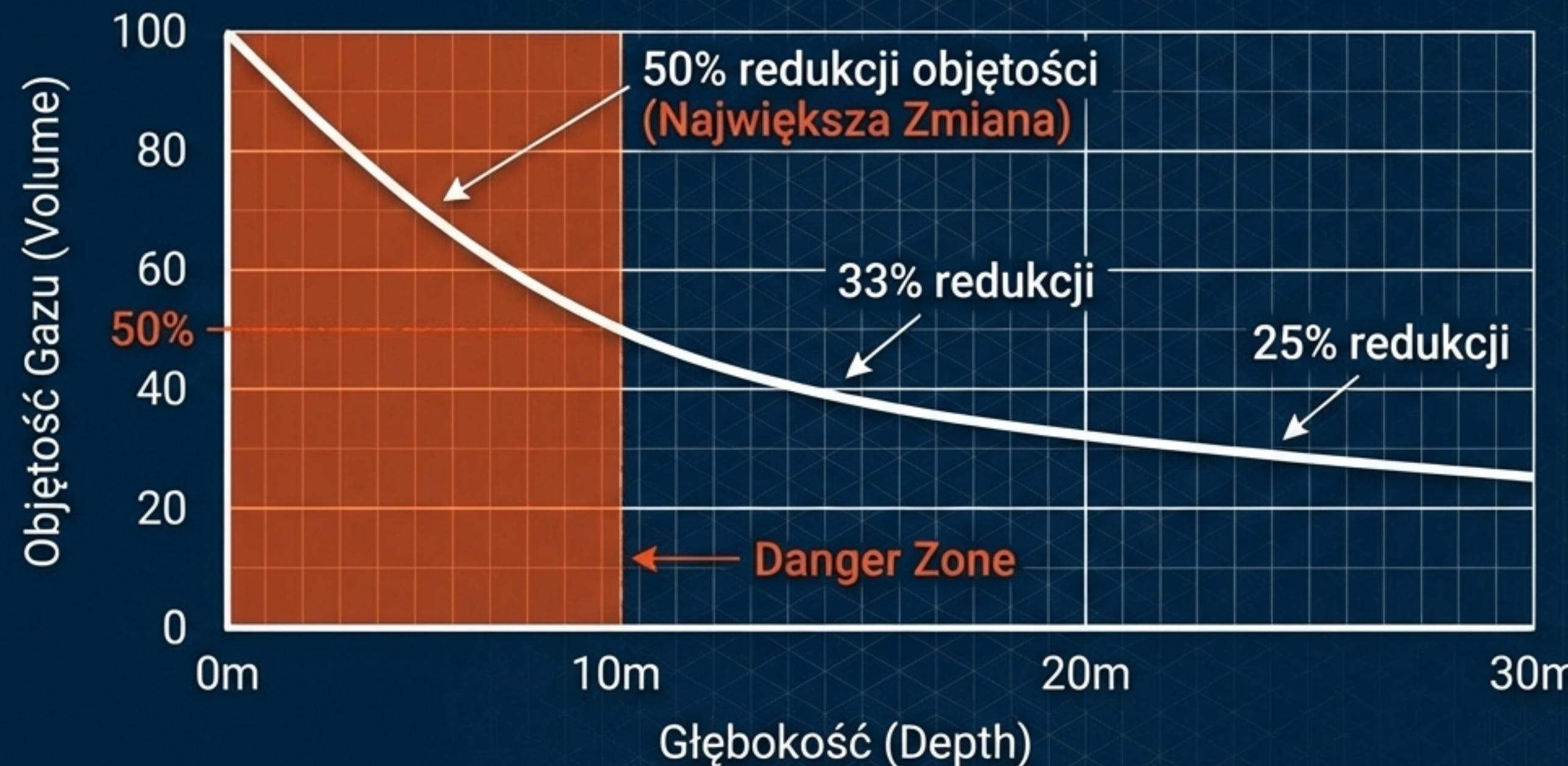
Wynurzanie (\downarrow Ciśnienie):

Objętość gazu rośnie (**ekspansja**).



STREFA 0-10 METRÓW: OBSZAR KRYTYCZNY

Największa relatywna zmiana objętości następuje tuż pod powierzchnią.



To w płytkiej wodzie fizyka działa na twoje płuca i uszy najbardziej agresywnie.

MAPA ZAGROŻEŃ: GDZIE GROMADZI SIĘ GAZ?

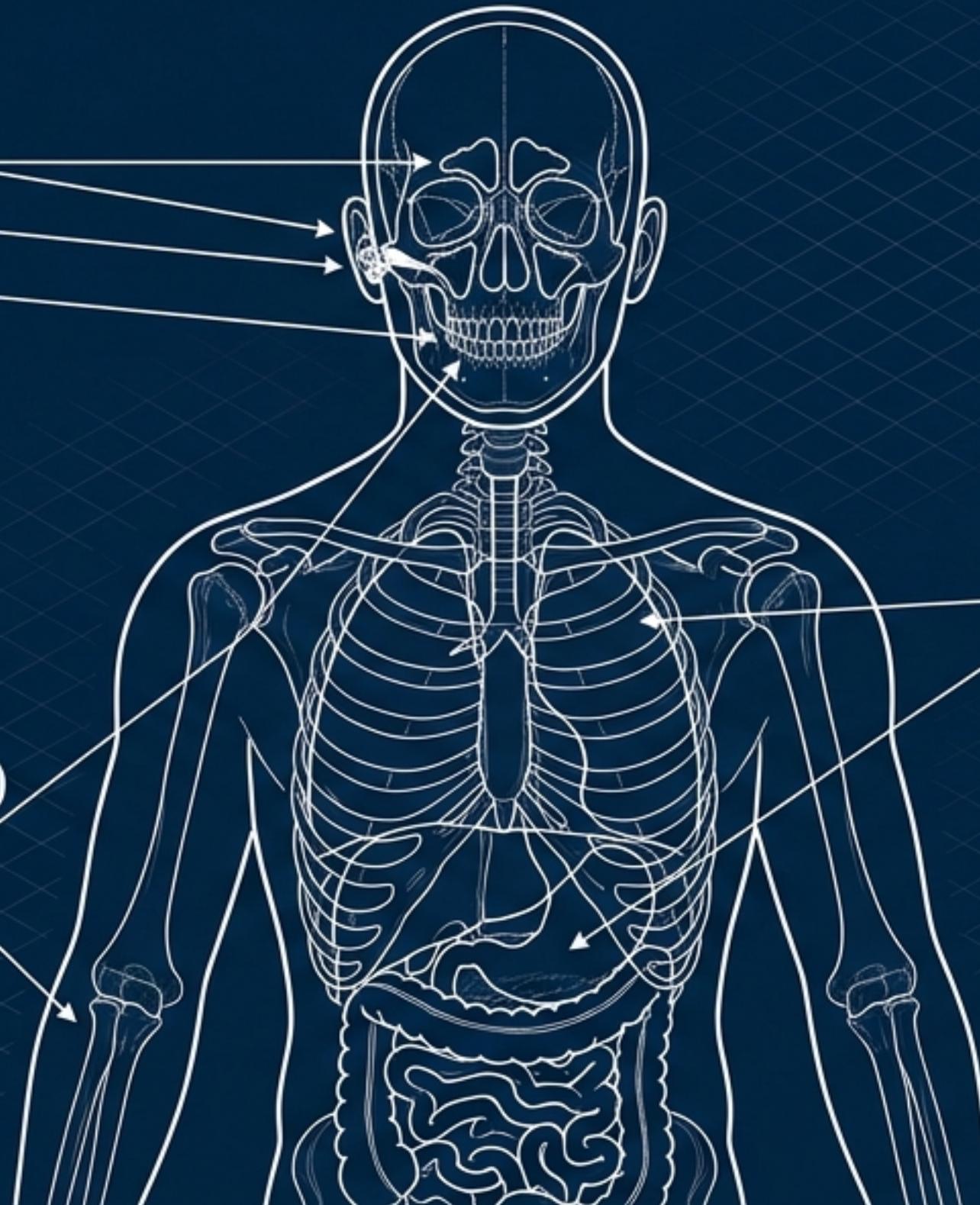
Przestrzenie Sztwne (Rigid)

Roboti for body

- Zatoki (Sinuses)
- Ucho środkowe (Middle Ear)
- Zęby (Teeth)

Przestrzenie Sztuczne (Artificial)

- Maska nurkowa
- Skafander (Suchy)



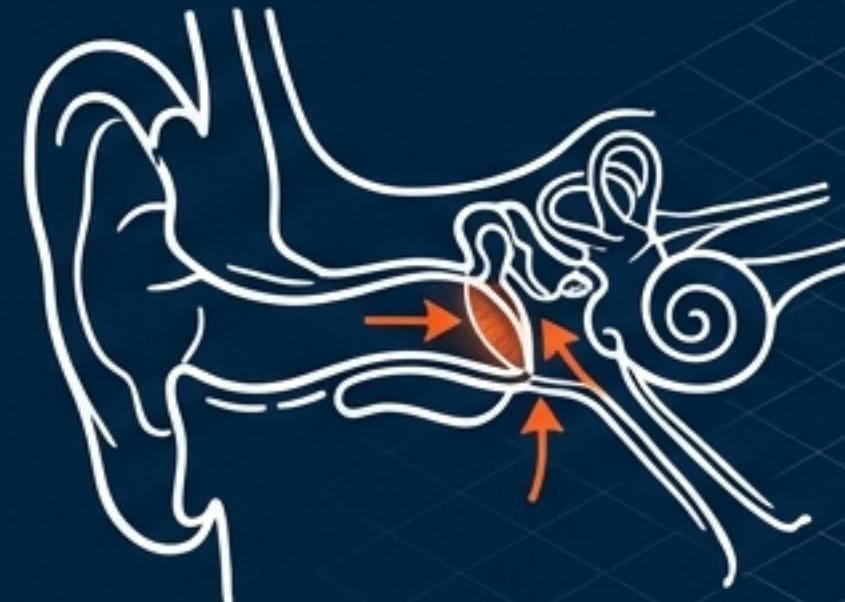
Przestrzenie Elastyczne (Flexible)

Roboto for andomnromiotics and location

- Płuca (Lungs) – Największy zbiornik
- Układ pokarmowy (Jelita/Żołądek)

FAZA ZANURZANIA: EFEKT „ZASSANIA” (SQUEEZE)

Mechanizm: Jeśli nie wyrównasz ciśnienia, rosnące ciśnienie otoczenia tworzy podciśnienie. Tkanki są zasysane do środka przestrzeni powietrznej.



Ucho środkowe

Ból, wciążnięcie błony bębenkowej.
Możliwe pęknięcie i włanie się
zimnej wody (zawroty głowy).



Maska (Mask Squeeze)

„Oczy szopa” – pęknięcie naczyń
w oku i siniaki na twarzy.



Zatoki

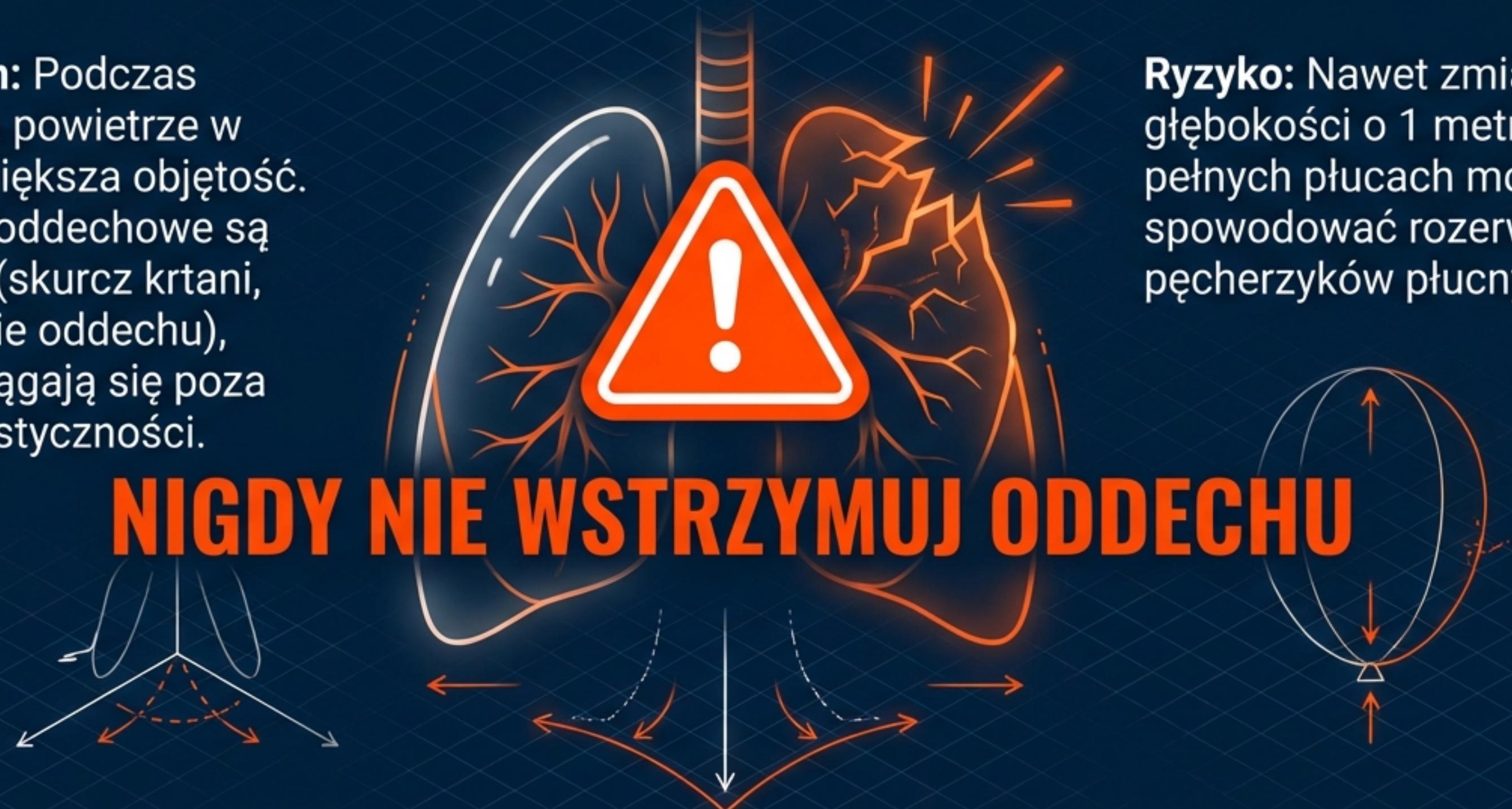
Ostry ból w czoła lub policzkach.

PREWENCJA: Wyrównuj ciśnienie (przedmuchuj) zanim poczujesz ból.

FAZA WYNURZANIA: PUŁAPKA ROZSZERZAJĄCEGO SIĘ GAZU

Mechanizm: Podczas wynurzania powietrze w płucach zwiększa objętość. Jeśli drogi oddechowe są zamknięte (skurcz krtani, wstrzymanie oddechu), płuca rozciągają się poza granice elastyczności.

Ryzyko: Nawet zmiana głębokości o 1 metr przy pełnych płucach może spowodować rozerwanie pęcherzyków płucnych.

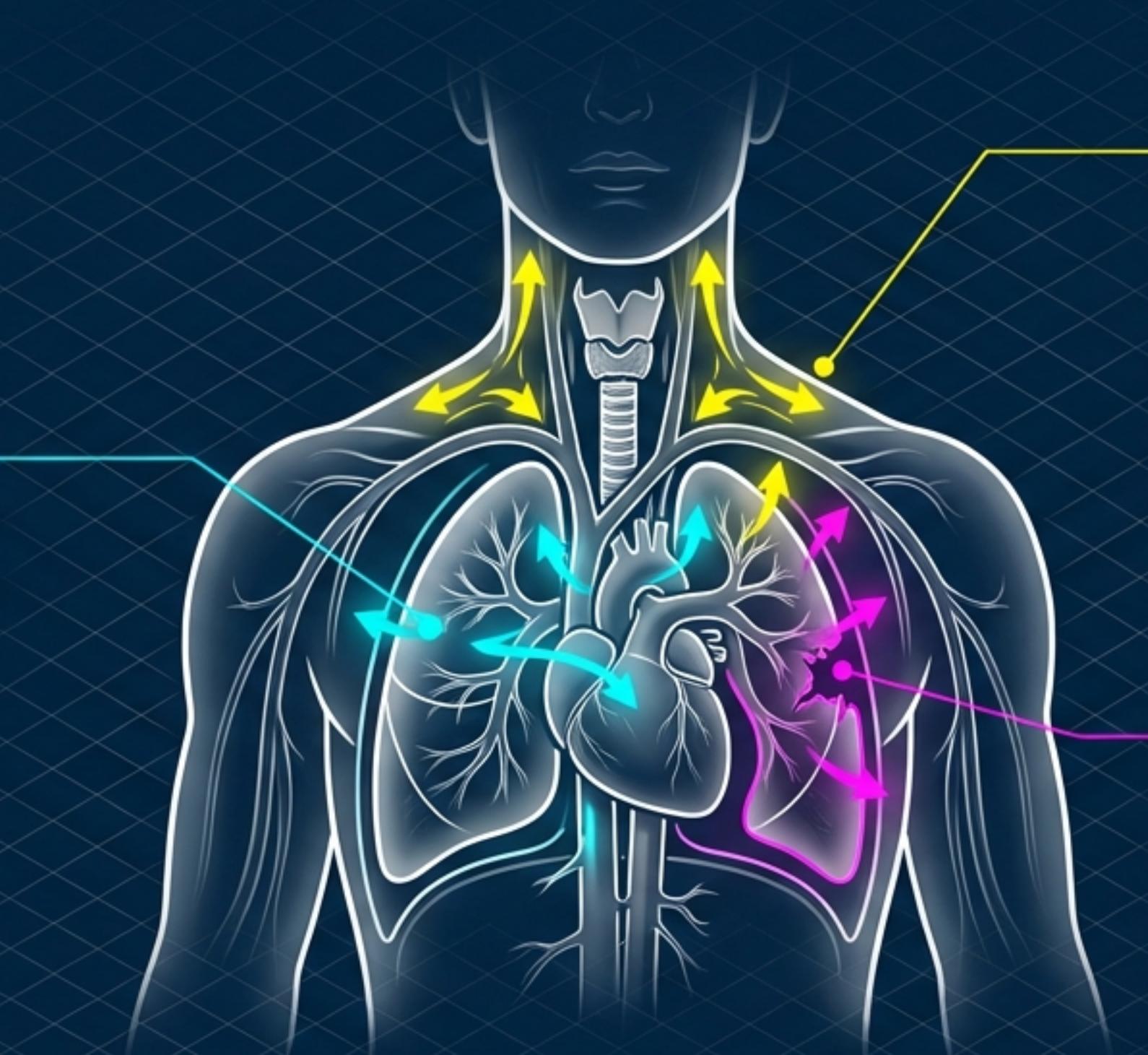


URAZ CIŚNIENIOWY PŁUC: GDZIE UCIEKA POWIETRZE?

Odma Śródpiersiowa (Medastinal Emphysema)

Powietrze gromadzi się wokół serca.

Objawy: ból za mostkiem, duszność, chrypka.



Odma Podskórna (Subcutaneous Emphysema)

Powietrze przemieszcza się pod skórę szyi.

Objawy: obrzęk, zmiana głosu, trzeszczenie pod skórą.

Odma Opłucnowa (Pneumothorax)

Powietrze między płucem a klatką piersiową (zapadnięcie płuca).

Objawy: ostry ból, silna duszność, asymetria ruchów klatki.

NAJWIĘKSZE ZAGROŻENIE: ZATOR GAZOWY (AGE)

Arterial Gas Embolism – Bezpośrednie zagrożenie życia

Mechanizm: Pęcherzyki powietrza z uszkodzonych płuc dostają się do krwiobiegu, trafiają do tętnic i blokują przepływ krwi do mózgu.



Objawy: Pojawiają się natychmiast po wynurzeniu. Paraliż, utrata przytomności, objawy udarowe.

Ryzyko:
Może wystąpić nawet w bardzo płytkiej wodzie (1m) przy wstrzymanym oddechu.

JAK ROZPOZNAĆ URAZ? SYGNAŁY ALARMOWE



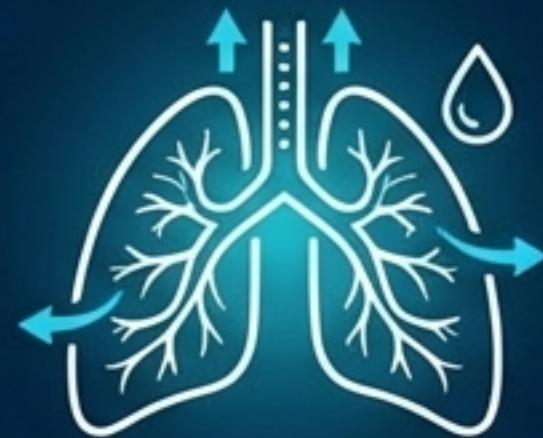
ODCZUCIA (BÓL)

Ostry ból w uszach/zatokach, ból za mostkiem, ból promieniujący do pleców.



DŹWIĘK I DOTYK

Trzeszczenie pod skórą szyi (odma podskórna), metaliczny głos, chrypka, dzwonienie w uszach.



FUNKCJE ŻYCIOWE

Duszność, szybki oddech, krewista piana z ust (krwioplucie), utrata przytomności.



NEUROLOGICZNE (AGE)

Paraliż, niedowład kończyn, zaburzenia widzenia, objawy udaru.

PROTOKÓŁ BEZPIECZEŃSTWA: ZAPOBIEGANIE



CIĄGŁE ODDYCHANIE

Nigdy nie wstrzymuj oddechu. Jeśli gubisz automat – wydechuj bąbelki.

WYRÓWNYWANIE CIŚNIENIA

Wcześniej i często. Jeśli boli – przerwij zanurzanie. Nigdy na siłę.

KONTROLA PRĘDKOŚCI

Wynurzaj się powoli. Max 9-10m/min (wolniej niż bąbelki).

STAN ZDROWIA

Nie nurkuj z katarze, infekcji zatok lub po zabiegu dentystycznym.

PIERWSZA POMOC: REAKCJA NA MIEJSCU ZDARZENIA



- 1. OCENA SYTUACJI:** Zadbaj o bezpieczeństwo własne i poszkodowanego.
- 2. BLS (ABC):** Sprawdź drożność dróg oddechowych, oddech, krażenie. Rozpocznij RKO jeśli konieczne.
- 3. POZYCJA:** Ułóż poszkodowanego w pozycji poziomej (leżącej).
- 4. KOMFORT:** Chroń przed utratą ciepła, uspokój poszkodowanego.

WAŻNE: Nie pozwalaj poszkodowanemu siedzieć ani wstawać! Pionizacja ciała zwiększa ryzyko przemieszczenia pęcherzyków gazu do mózgu.



TLEN I EWAKUACJA MEDYCZNA



100% TLEN: Podaj najszybciej jak to możliwe. Tlen przyspiesza wypłukiwanie azotu i zmniejsza obrzęki.

- **EWAKUACJA:** Transport do Komory Dekompresyjnej. Kontakt z DAN lub służbami ratunkowymi.
- **HYDRATACJA:** Podaj niegazowaną wodę, jeśli przytomny.

CRITICAL: NIGDY nie zabieraj nurka z powrotem pod wodę w celu »rekompresji«.

PODSUMOWANIE WIEDZY



FIZYKA: Ciśnienie rośnie co 10m o 1 bar. Objętość maleje przy zanurzaniu, rośnie przy wynurzaniu.



FIZJOLOGIA: Najbardziej narażone są uszy, zatoki i płuca.



ZANURZANIE: Wyrównuj ciśnienie (przedmuchuj) zanim zaboli.



WYNURZANIE: Oddychaj ciągle. Powoli (10m/min). Nigdy nie wstrzymuj oddechu.



WYPADEK: 100% Tlen, pozycja pozioma, wezwij pomoc.



A photograph of an underwater environment. In the upper left, a scuba diver wearing a mask and fins is visible, surrounded by bubbles. To the right, a large bird with long, dark, hooked bills is swimming. The background is filled with various small, colorful fish and a dense coral reef at the bottom.

**„BEZPIECZENSTWO WYNIKA
Z WIEDZY, NIE Z PRZYPADKU.”**

Nurkuj świadomie. Oddychaj spokojnie.

Materiał edukacyjny oparty na standardach KDP/CMAS oraz SSI.