

PRAWO HENRY'EGO – NIEWIDZIALNE ZAGROŻENIE

Fizyka gazów, która dyktuje bezpieczeństwo każdego nurkowania.



Pod wodą nie jesteś sam. Każdemu nurkowaniu towarzyszy 'pasażer na gapę' – azot. Jego zachowanie zależy od jednego, bezwzględnego prawa fizyki. Zrozumienie go to granica między bezpiecznym powrotem a zagrożeniem życia.

GAZY POD PRESJĄ: CO MÓWI FIZYKA?



PRAWO HENRY'EGO

"Ilość gazu rozpuszczonego w cieczy jest wprost proporcjonalna do **ciśnienia parcjalnego** tego gazu nad powierzchnią cieczy."

MECHANIZM DZIAŁANIA:

- Twoja krew i tkanki zachowują się jak **gąbka**.
- Im głębiej nurkujesz (**wyzsze ciśnienie parcjalne**), tym więcej gazu obojętnego (**azotu**) zostaje '**wtłoczone**' w płyny ustrojowe.
- Proces ten jest nieunikniony i zachodzi przy każdym oddechu pod wodą.

EFEKT BUTELKI NAPOJU GAZOWANEGO

NA DNIĘ



Gaz rozpuszczony i uśpiony

POWOLNE WYNURZENIE



Bezpieczne uwalnianie gazu

DCS / SZYBKIE WYNURZENIE

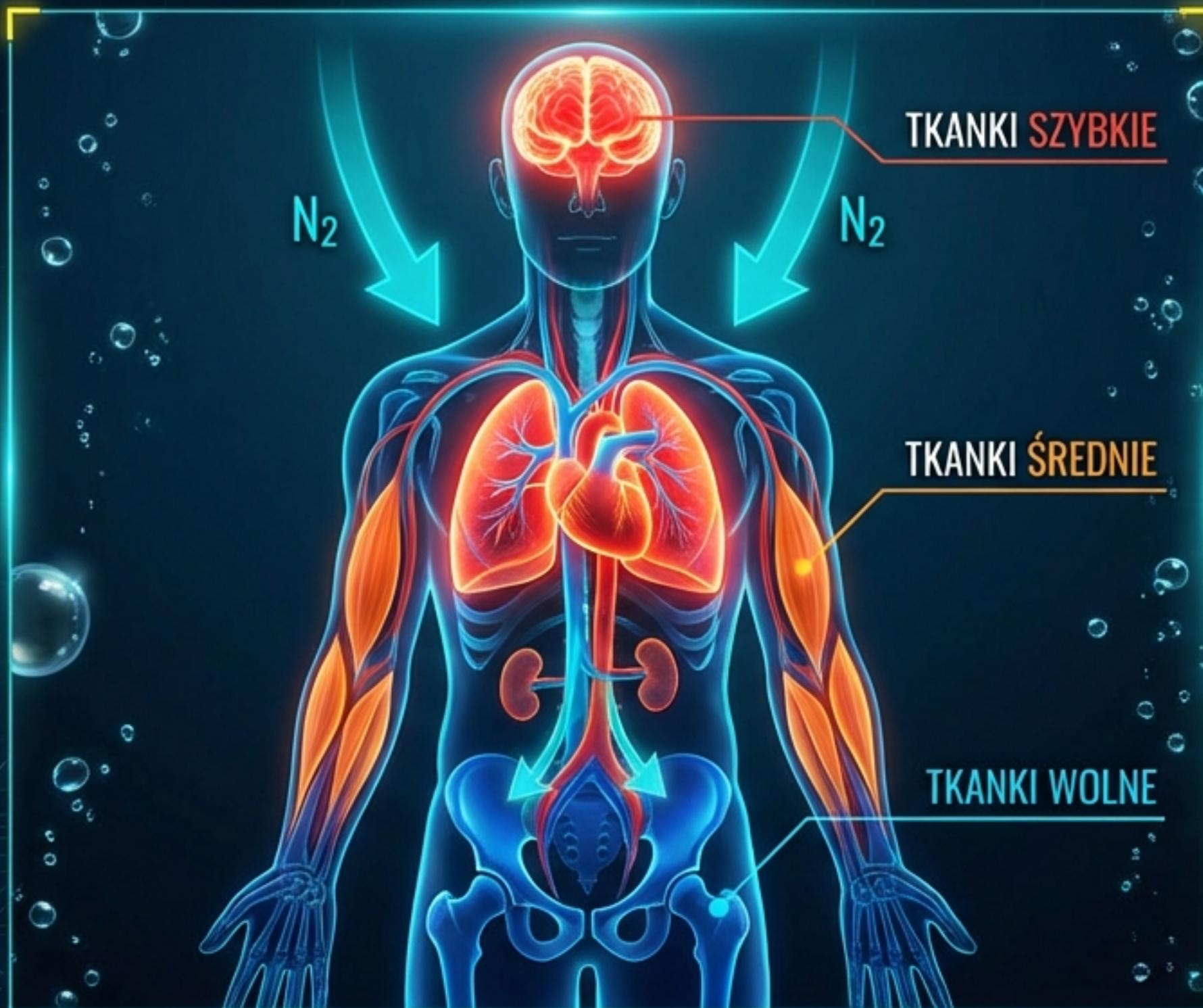


Erupcja = Choroba Dekompresyjna

Traktuj swój organizm jak butelkę z gazowanym napojem.

- **Zakręcona butelka (Dno):** Płyn pod ciśnieniem jest nasycony gazem. Gazu nie widać.
- **Powolne odkręcanie:** Gaz uwalnia się stopniowo. Bąbelki są mikroskopijne i bezpiecznie opuszczają płyn przez płuca.
- **Gwałtowne odkręcenie:** Nagły spadek ciśnienia. Gaz gwałtownie zwiększa objętość. Erupcja piany w Twojej krwi.

SATURACJA: NASYCANIE TKANEK



Proces Saturacji: Podczas zanurzania azot dyfunduje z płuc do krwi, a następnie do tkanek, dążąc do równowagi (**equilibrium**).

Zróżnicowana Perfuzja (Ukrwienie):

- **Tkanki szybkie (mózg, krew):** Nasycają się błyskawicznie dzięki dobremu ukrwieniu.
- **Tkanki wolne (tłuszcz, kości):** Nasycają się powoli, ale magazynują azot znacznie dłużej.

Fakt: Na głębokości 30m Twój organizm może zawierać blisko **5 litrów** rozpuszczonego azotu.

DESATURACJA: BEZPIECZNY ODWRÓT



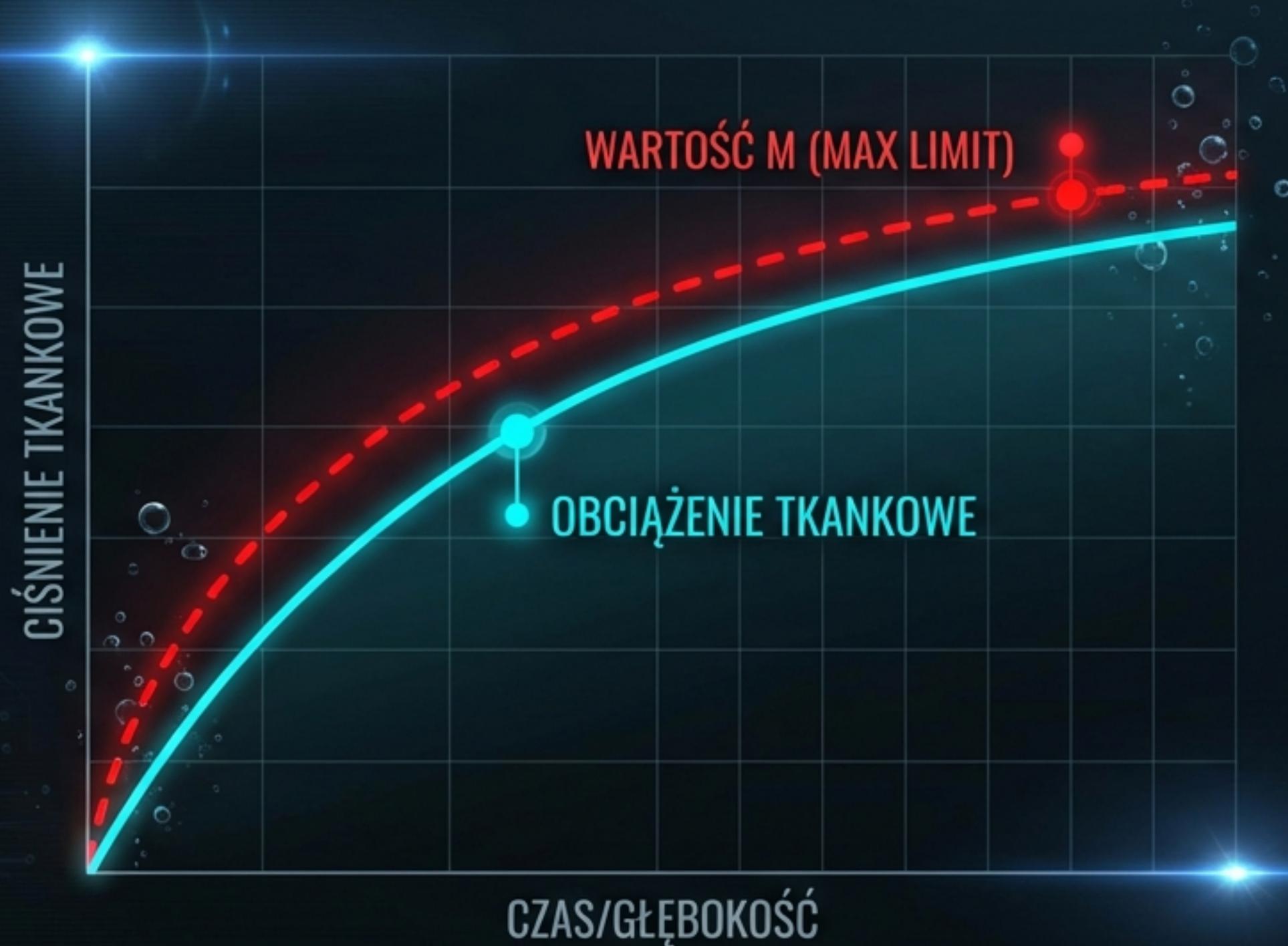
Odwrócenie Gradientu: Podczas wynurzania **ciśnienie otoczenia spada**. Azot zaczyna 'wychodzić' z tkanek do krwi.

Cel: Utrzymać azot w formie **rozpuszczonej** aż dotrze do płuc, gdzie zostanie bezpiecznie wydychany.

Tolerancja Organizmu: Twoje ciało toleruje pewien stopień "**przesycenia**" (supersaturacji), ale tylko w ścisłe określonych granicach.

Ryzyko: Jeśli ciśnienie spada zbyt szybko, **pęcherzyki powstają** wewnętrz tkanek, zanim krew zdąży je przetransportować do płuc.

GRANICA BEZPIECZEŃSTWA: WARTOŚĆ M



Krytyczny Współczynnik Haldane'a:
Historycznie ustalono, że organizm znosi różnicę ciśnień w stosunku 2:1. Przekroczenie tej granicy grozi powstaniem bąbelków.

Wartość M (Maximum): Maksymalne ciśnienie gazu obojętnego, jakie konkretna tkanka może znieść na danej głębokości bez wystąpienia objawów DCS.

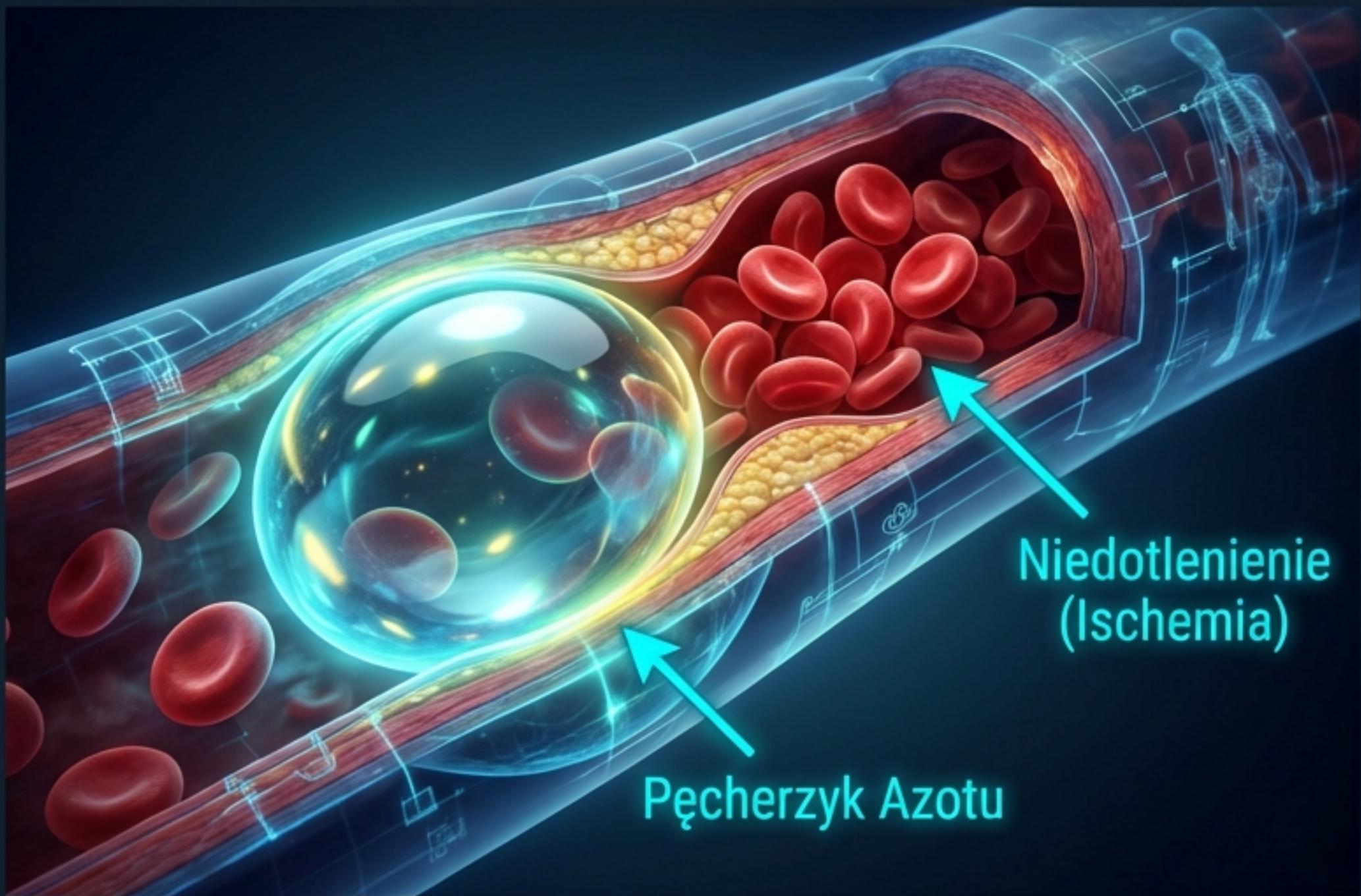
Komputery nurkowe nieustannie obliczają ten limit dla różnych tkanek. Przekroczenie go to wejście na terytorium choroby dekompresyjnej.

CHOROBA DEKOMPRESYJNA (DCS)

Gdy wynurzysz się zbyt szybko (przekroczyż Wartość M), azot uwalnia się gwałtownie – jak we wstrząśniętej butelce.

Mechanizm uszkodzeń:

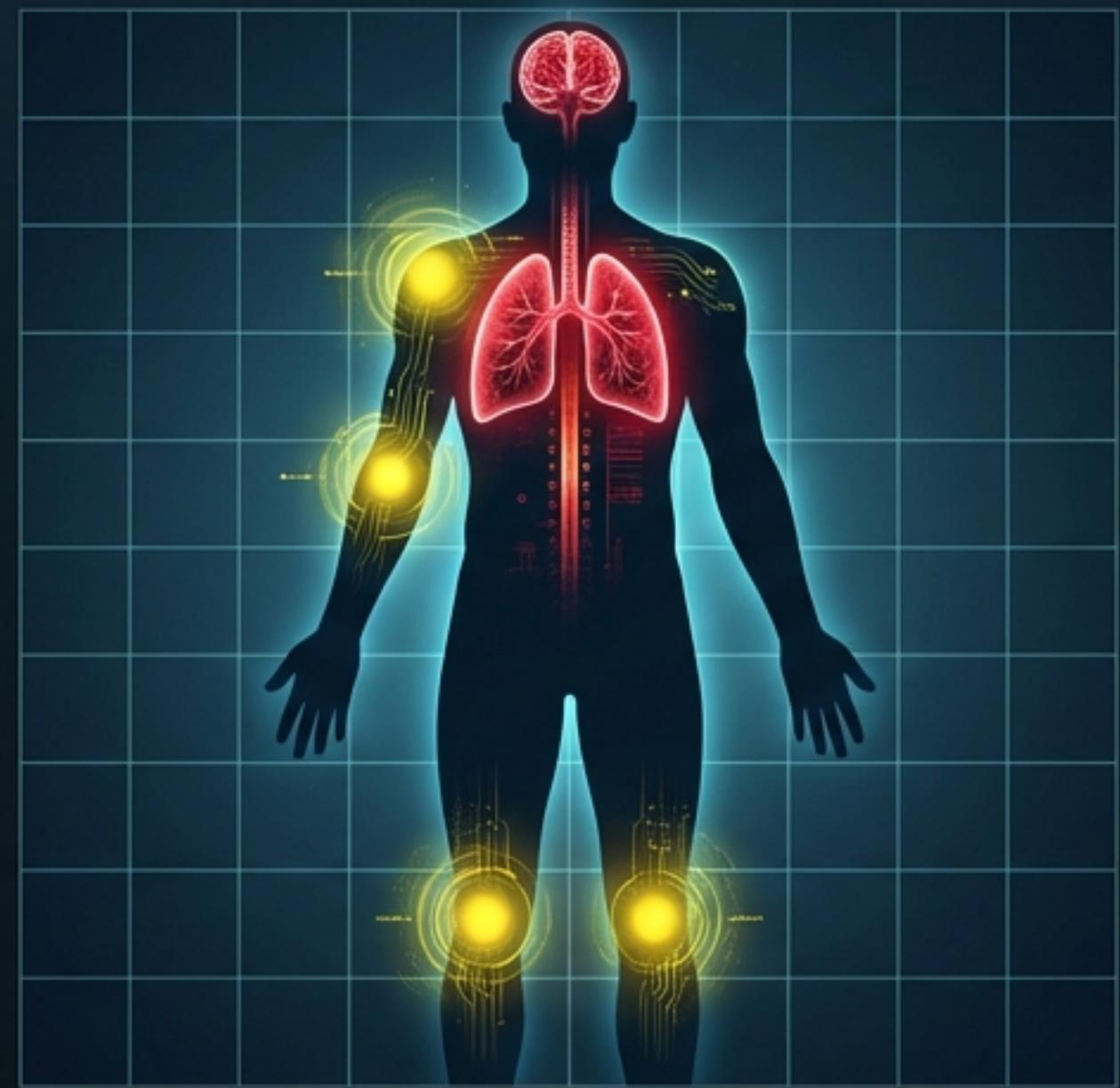
- **Zatory**: Pęcherzyki blokują przepływ krwi (**niedotlenienie tkanek**).
- **Ucisk mechaniczny**: Pęcherzyki uciskają nerwy, powodując ból, drętwienie lub paraliż.
- **Reakcja biochemiczna**: Organizm traktuje pęcherzyk jak ciało obce – aktywuje stan zapalny.



ROZPOZNAJ WROGA: TYPY I OBJAWY

Typ I (Łagodny)

- **Skóra:** Świąd, "marmurkowatość" (sine plamy).
- **Stawy:** Głęboki, pulsujący ból (bends) – najczęściej barki i kolana.



Typ II (Ciężki – Płucno/Neurologiczny)

- **Układ nerwowy:** Drętwienie, mrowienie, paraliż, utrata przytomności.
- **Płuca:** Duszność, ból w klatce, kaszel ("chokes").

WAŻNE: 98% objawów pojawia się w ciągu 24h po nurkowaniu.

CZYNNIKI RYZYKA: KIEDY FIZYKA DZIAŁA PRZECIW TOBIE



Nawet nurkując zgodnie z komputerem, ryzyko DCS wzrasta przez czynniki fizjologiczne:

Zimno: Zmienia perfuzję krwi, utrudniając eliminację azotu podczas dekompresji.

Odwodnienie: Zagęszcza krew, spowalniając transport gazów.

Wysiłek: Zwiększa absorpcję azotu na dnie i ryzyko powstawania bąbelków po nurkowaniu.

PFO (Przetrwały Otwór Owalny): Wada serca, która pozwala pęcherzykom przedostać się bezpośrednio do tętnic (ryzyko zatoru).



TWOJA TWOJA POLISA UBEZPIECZENIOWA

1. **Prędkość wynurzania:** Nigdy szybciej niż **10 metrów na minutę**. To prędkość, przy której mikropęcherzyki mogą być bezpiecznie usuwane.
2. **Przystanek bezpieczeństwa:** 3-5 minut na głębokości 5 metrów. - Daje 'wolnym tkankom' czas na bezpieczne oddanie gazu przed ostatecznym spadkiem ciśnienia na powierzchni.
3. **Konserwatyzm:** Jeśli jest zimno lub jesteś zmęczony – zakończ nurkowanie wcześniej.

ZAGROŻENIE PO WYNURZENIU: LATANIE I WYSOKOŚĆ

Wyjście z wody nie kończy procesu desaturacji. Azot uwalnia się z tkanek jeszcze przez wiele godzin.

Lot samolotem lub wjazd w góry (>300m n.p.m.) obniża ciśnienie otoczenia, co może wywołać "ciche" bąbelki.

Zasada No-Fly:

- Pojedyncze nurkowanie: Czekaj min. 12h.
- Seria nurkowań / nurkowania dekompresyjne:
Czekaj min. **24 godziny** przed lotem.



POZIOM MORZA



Spadek Ciśnienia



WYSOKOŚĆ PRZELOTOWA



FIZYKA



PRAWO HENRY'EGO
MECHANIZM



BEZPIECZEŃSTWO

PODSUMOWANIE: BEZPIECZEŃSTWO TO KONTROLA

Niewidzialny bagaż: Każde nurkowanie to nasycanie organizmu azotem.

Prawo Henry'ego: Działa zawsze – niezależnie od Twojego samopoczucia czy doświadczenia.

Kontrola: Powolne wynurzanie (10m/min) i przystanek bezpieczeństwa to jedyny sposób na bezpieczne 'odkręcenie butelki'.

Nurkuj konserwatywnie. Pij wodę. Respektuj fizykę.