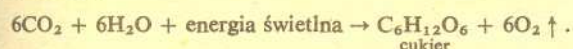


Czy zagraża nam niedobór tlenu we wdychanym powietrzu

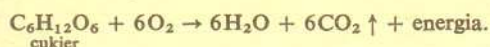


Doc. dr Antoni KOZIOROWSKI

Dla większości żywych organizmów tlen jest pierwiastkiem niezbędnym do życia. Brak wolnego tlenu we wdychanym powietrzu prowadzi do śmierci człowieka w ciągu około dwóch minut. Tlen odgrywa istotną rolę w podstawowym procesie biologicznym stanowiącym właściwość istot żywych — w oddychaniu. Procesy przemian tlenowych, to jest „spalania biologicznego” są głównym źródłem energetycznym ustroju. Dla wyzwolenia tej energii potrzebny jest tlen molekularny, który pobierany jest z atmosfery w procesie wymiany gazowej. Tlen jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych pierwiastków na Ziemi. Zawartość tlenu chemicznie związanego w skorupie ziemskiej wynosi prawie 50%. Tlen molekularny jest jednym z dwóch głównych składników atmosfery ziemskiej. Do wysokości ok. 70 km nad poziomem morza udział tlenu w składzie chemicznym atmosfery jest stały i wynosi 20,95%. Nie zależy to od położenia geograficznego. Odsetkowa zawartość tlenu jest taka sama na biegunach ziemskich i na równiku. Pomimo stałej zawartości odsetkowej liczba cząsteczek tlenu w jednostce objętości powietrza zmienia się w zależności od wzniesienia ponad poziom morza. Jest to konsekwencją mniejszej gęstości atmosfery na większych wysokościach. Stałość stężenia tlenu w atmosferze ziemskiej jest zadziwiająca pomimo zużywania ogromnych i coraz to większych ilości tego gazu przez współczesną cywilizację. Brak jest dotychczas danych, które świadczyłyby o tym, że tlen w atmosferze ubywa lub że takie niebezpieczeństwo może się pojawić w dającej się przewidzieć przyszłości. Nie wiadomo na pewno skąd pochodzi i w jaki sposób odnawia się tlen atmosferyczny w obecnej epoce geologicznej. Hipoteza uważana obecnie za najbardziej prawdopodobną zakłada, że obecność wolnego tlenu w atmosferze ziemskiej zależy od działalności świata roślinnego. W procesie fotosyntezy stanowiącym właściwość roślin uwalnia się tlen cząsteczkowy. Proces ten zależy głównie od zielonego barwnika roślin, to jest chlorofilu, który pochłania energię promieniowania świetlnego Słońca i zamienia ją na energię chemiczną. Substratem tej reakcji jest dwutlenek węgla pobierany przez rośliny z powietrza atmosferycznego oraz woda pobierana z gleby. W procesie fotosyntezy CO₂ ulega redukcji do poziomu węglowodanów przy udziale energii świetlnej Słońca zgodnie z równaniem:



Procesem odwrotnym do fotosyntezy jest oddychanie. W procesie tym powstaje woda przez wiązanie się tlenu z wodorem pochodzącym z substratów energetycznych cukru, przy czym uwalnia się dwutlenek węgla i wolna energia konieczna do funkcjonowania ustroju:



Jeśli hipoteza zakładająca, że tlen atmosferyczny zależy od działalności roślin jest słuszna, to można by się obawiać, że w miarę szybko postępującego niszczenia świata roślinnego przez

cywilizację ludzką i zużywania coraz to większych ilości tego gazu przez przemysł, ilość tlenu w atmosferze ziemskiej będzie się zmniejszać. Dotychczas brak jeszcze dowodów na to, że tak jest istotnie. Nasze pokolenie i zapewne wiele jeszcze następnych może się nie obawiać braku tlenu.

Wbrew rozpowszechnionemu przekonaniu w wyjątkowych tylko okolicznościach bywamy narażeni na niedobór tlenu we wdychanym powietrzu. Nie brakuje go również w zamkniętych pomieszczeniach, w których żyją i pracują ludzie, np. w mieszkaniach, halach fabrycznych itp. Duszność odczuwana przez wielu ludzi w źle wietrzonych pomieszczeniach nie zależy od braku tlenu, lecz od zmian fizycznych powietrza, takich jak temperatura lub od obecności w powietrzu pyłów i gazów drażniących nerwowe zakończenia czuciowe w drogach oddechowych. Ustrój człowieka nie rozporządza naturalnym układem wczesnego ostrzegania o braku tlenu. Dwukrotnie nawet zmniejszenie ilości tlenu w powietrzu może być niezauważalne.

W działalności zawodowej człowieka występuje niekiedy niebezpieczeństwo niedoboru tlenu w powietrzu. W kopalniach mogą uwalniać się gazy nieobecne w powietrzu nad powierzchnią ziemi, co może zmniejszać odsetkową zawartość tlenu. Znany jest również niedobór tlenu w powietrzu kopalnianym wskutek intensywnego jego wiązania w procesach chemicznych towarzyszących zjawisku tak zwanej czarnej mgły. W tych warunkach wdychany gaz składa się głównie z dwutlenku węgla i azotu. Przebywający tam wówczas ludzie giną z braku tlenu, jeśli nie mogą skorzystać z dodatkowych źródeł tego gazu, np. przewodów ze sprężonym powietrzem lub aparatów tlenowych. Niebezpieczeństwo niedoboru tlenu może być niekiedy związane z wypadkami w lotnictwie, podczas nurkowania lub pływania w łodziach podwodnych, lecz zwykle w tych okolicznościach ludzie giną wcześniej z przyczyn innych niż niedobór tlenu. Z powyższych rozważań wynika więc, że narażenie na działanie niedostatecznej ilości tlenu we wdychanym powietrzu zależy od współczesnej cywilizacji technicznej dotyczy stosunkowo niewielkiej liczby osób wykonujących specjalne czynności. Stopień narażenia tych ludzi można dokładnie przewidywać i zawczasu zastosować indywidualne lub zbiorowe instalacje zapobiegające brakowi tlenu we wdychanym powietrzu. Instalacje takie są produkowane, a ich stosowanie jest przewidziane w zasadach bezpieczeństwa i higieny pracy.

Obecnie nie ma potrzeby masowego produkowania indywidualnych urządzeń do pomiaru i ostrzegania o niedoborze tlenu w otaczającym nas powietrzu, chociaż jest to już problem technicznie całkowicie rozwiązany i nie wymagający dużych nakładów finansowych. Przykładem takich urządzeń jest polarograficzna elektroda tlenowa, która wraz z układem zasilającym i pomiarowym może mieć tak niewielki ciężar, iż może się łatwo mieścić w kieszeni. Odnacza się ona dużą swoistością odpowiedzi, szybkością oraz dokładnością pomiarów. Bywa szeroko wykorzystywana do celów medycznych i technicznych.

Współczesny człowiek najczęściej doświadcza niedoboru tlenu we wdychanym powietrzu w związku z podróżami lub pobytem na dużych wysokościach: w wysokich górach lub wyżynach. Na wysokości 4700 m nad poziomem morza ciśnienie barometryczne wynosi już tylko pół atmosfery, a więc prężność tlenu jest tam dwa razy mniejsza. Na wierzchołku najwyższej góry świata Mt Everest ciśnienie atmosferyczne jest nieznacznie tylko wyższe od jednej czwartej atmosfery. Jest tam więc blisko czterokrotnie mniej tlenu niż na poziomie morza. Pomimo że na tej wysokości człowiek niezaadaptowany ginie w ciągu niewielu minut z niedoboru tlenu, to jednak osoby wyjątkowo zdrowe i dobrze zaadaptowane mogą przebywać tam przez wiele godzin, o czym świadczy sukces wyprawy na tę górę alpinistów austriackich w 1978 r., którzy postanowili zdobyć Mt Everest bez aparatów tlenowych i cel ten osiągnęli.

Ustrój człowieka rozporządza licznymi i wielostopniowymi mechanizmami wyrównującymi i chroniącymi przed niedoborem tlenu. Ciekawe jest, że te utrwalone genetycznie mechanizmy wytworzyły się zapewne w warunkach obfitości tlenu w powietrzu atmosferycznym. Gatunek *Homo sapiens* ukształtował się zapewne na obszarach niżowych kuli ziemskiej. Nie ma też żadnych danych, które przemawiałyby za tym, iż kiedykolwiek w dziejach gatunku ludzkiego i innych zwierząt wyższych mógł

występować niedobór tlenu atmosferycznego. Pomimo tego mechanizmy adaptacji fizjologicznej do niedoboru tlenu są tak skuteczne, że człowiek może przez wiele lat lub nawet przez całe życie przebywać na wyżynach przekraczających 4500 m nad poziomem morza gdzie, jak już wspomniano, tlenu jest blisko dwa razy mniej. Na takich wysokościach znajdują się liczne osiedla ludzkie, np. w Tybecie lub w Andach. Wspomniane wyżej mechanizmy przystosowawcze wytworzyły się zapewne wskutek tego, iż hipoksja czyli niedobór tlenu dostępnego do oddychania występuje często z przyczyn wewnątrzustrojowych, to jest wskutek niedostatecznej funkcji narządu zapewniającego pobieranie tlenu atmosferycznego przez ustrój — płuc oraz narządu zapewniającego wewnątrzustrojowy transport tlenu — układu krążenia wraz z krwią. W rzeczywistości niedostateczny pobór tlenu atmosferycznego w płucach lub niedostateczny jego transport w ustroju pojawia się często w życiu człowieka i to nie tylko w chorobach płuc, serca i krwi, lecz również w stanach fizjologicznych jak np. w okresie porodu. Mechanizmy obrony przed hipoksją z przyczyn wewnątrzustrojowych okazały się równie skuteczne w przeciwdziałaniu następstwom niedoboru tlenu we wdychanym powietrzu np. wskutek niskiego ciśnienia atmosferycznego na dużych wysokościach.



Zadania

Redaguje mgr Krzysztof NOWIŃSKI

M 190. Na płaszczyźnie dana jest prosta k i punkt O nie należący do niej. Pokazać, że dla każdego punktu M należącego do k symetralna s odcinka OM jest styczna do paraboli p o ognisku O i kierownicy k .

Uwaga: Daje to „konstrukcję” paraboli przez zginanie kartki papieru. Jeśli prosta k jest brzegiem tej kartki, to zginając papier tak, aby brzeg padł na punkt O , otrzymamy linie zgięcia styczne do paraboli p .

Rozwiązanie na str. 17

M 191. Wiedząc, że $3,16 < \sqrt{10} < 3,17$ obliczyć, wykonując najwyżej trzy działania arytmetyczne, wartość $\sqrt{10}$ z dokładnością $2 \cdot 10^{-5}$.

Rozwiązanie na str. 17

M 192. Łańcuchem o długości k w zbiorze A nazywamy ciąg podzbiorów $\phi = A_0 \subset A_1 \subset \dots \subset A_k = A$. Ile jest różnych łańcuchów o długości k w zbiorze n -elementowym?

Rozwiązanie na str. 17

Redaguje dr Halina ABRAMOWICZ

F 64. Woda wypływająca z kranu tworzy lejek o zmniejszającej się średnicy. Wyznaczyć obserwowany kształt strumienia wody traktując wodę jako ciecz nieściśliwą i zakładając, że dostatecznie daleko od brzegu kranu przepływ jest ustalony (rozkład prędkości cieczy zależy tylko od położenia, nie zależy od czasu).

Rozwiązanie na str. 17

