



Płuca człowieka – opisane językiem biologii, fizyki, chemii, geografii

Halina Kostecka

Zastanawiając się nad wyborem „organu”, którego opis jest możliwy przy użyciu zwrotów charakterystycznych dla dziedzin nauki wymienionych w temacie, przeanalizowałam różne warianty. Doszłam jednak do wniosku, że PŁUCA są organem idealnie nadającym się do opisu w czterech „językach”. Są jednym z podstawowych organów warunkujących nasze istnienie i prawidłowe funkcjonowanie od momentu przyjścia na świat. Ponieważ działanie płuc jest niezależne od naszej woli, często nie zdajemy sobie sprawy z ważności ich funkcji. Nieświadomie utrudniamy ich działanie, a co za tym idzie, funkcjonowanie całego organizmu.

Z wyżej wymienionych powodów uznałam za stosowne przedstawienie w poniższej pracy moich wiadomości na tematy związane z płucami przy użyciu języka stosowanego w biologii, fizyce, chemii oraz geografii.

*

Płuca są narządem pojawiającym się w rozwoju ewolucyjnym już u najstarszych kręgowców – np. ryb kopalnych. Organ ten miał u nich formę wyrostka połączanego z przewodem pokarmowym i już wtedy pełnił swoją podstawową funkcję – dostarczanie tlenu i odprowadzanie dwutlenku węgla. Bardziej rozwinięta formą tego organu są płuca u ryb dwudysznych żyjących obecnie u źródeł Amazonki i Nilu. Nasze płuca to efekt dalszych przemian ewolucyjnych. Są one parzystymi narządami znajdującymi się w klatce piersiowej i boczną powierzchnią przylegającymi do żeber. Aby zapobiec ich uszkodzeniu, w procesie ewolucji wytworzona została cienka błona surowicza zwana opłucną, która okrywa płuca oraz wnętrze klatki piersiowej. Między opłucnymi znajduje się szczelina zwana jamą opłucnej, która wypełniona jest płynem surowicznym zwilżającym błony. W części przyśrodkowej, przeciwległej do żeber, do płuc wnikają: oskrzela główne, tętnice, żyły, naczynia limfatyczne i nerwy. Płuca dzielą się na płaty oddzielone od siebie głębokimi szczelinami. Płuco lewe zbudowane jest z dwóch płatów, natomiast prawe z trzech płatów. Dodatkowo, ze względów medycznych, w płucach wyróżniamy segmenty – w lewym dziewięć segmentów a w prawym dziesięć segmentów. Każdy z nich jest niezależną jednostką posiadającą oskrzela i naczynia.

Płuca są częścią układu oddechowego zbudowanego z jamy nosowej, gardzieli, krtani, tchawicy, oskrzeli, oskrzelików dzielących się na coraz mniejsze twory zakończone woreczkami powietrznymi. W ścianach tych woreczków znajdują się tak zwane pęcherzyki płucne. Całkowita powierzchnia pęcherzyków płucnych wynosi około 100 metrów kwadratowych i jest 50 razy większa od powierzchni skóry. Ściany pęcherzyków płucnych zbudowane są z jednej warstwy nabłonka płaskiego. Średnica pęcherzyków płucnych będących właściwymi elementami układu oddechowego wynosi od 0,1 do 0,3 milimetra. Błona pęcherzyków płucnych przylega

bezpośrednio do błony naczyń włosowatych tworzących gęstą siatkę na powierzchni pęcherzyków.

Dzięki płucom możliwy jest proces oddychania, który zachodzi automatycznie i niezależnie od naszej woli. Jest to jedyny sposób na dostarczenie do komórek ludzkich tlenu potrzebnego do przemiany węglowodanów i innych składników pożywienia w energię wykorzystywaną w procesach życiowych.

W procesie oddychania wyróżniamy następujące fazy:

1. wymiana pomiędzy atmosferą a płucami,
2. wymiana pomiędzy powierzchnią pęcherzyków płucnych a krwią w naczyniach włosowatych,
3. transport gazów we krwi,
4. wymiana pomiędzy krwią naczyń włosowatych a płynami zewnątrzkomórkowymi,
5. wymiana pomiędzy płynem zewnątrzkomórkowym a komórką.

Opisywany narząd jest tworem elastycznym i dlatego może zmieniać swoją objętość. Całkowita pojemność płuc zależy od budowy ciała i wynosi:

- u mężczyzn – od 3,6 do 9,4 litra,
- u kobiet – od 2,5 do 6,9 litra.

Objętość jest uzależniona od zapotrzebowania ustroju na tlen. W płucach działają siły zapobiegające zapadaniu pęcherzyków płucnych ale też chroniące je przed rozrywaniem. Zjawisko to można przedstawić przy pomocy wzoru Laplace'a:

$$T = \frac{1}{2} Pr,$$

gdzie:

- T – napięcie powierzchniowe,
- r – promień kuli,
- P – ciśnienie wewnątrz kuli.

Z powyższego wzoru wynika, że ciśnienie wewnątrz kuli równoważone jest napięciem powierzchniowym. Zmniejszenie napięcia powierzchniowego zależy od substancji wysięlającej błonę pęcherzyka a powstającej w 30 tygodniu życia płodowego. Obecność tej substancji umożliwia rozciągnięcia płuc noworodków w czasie pierwszego wdechu.

Powietrze dostaje się do płuc dzięki różnicy ciśnień. W chwili rozpoczęcia wdechu ciśnienie w płucach jest niższe od atmosferycznego (ok. 1,5-2,5 hPa). Natomiast przy wydechu następuje zwiększenie ciśnienia zawartego w płucach powietrza (2,5-4 hPa) i wypychanie go na zewnątrz. Pod koniec wdechu i wydechu ciśnienie wyrównuje się. Analizując dalej prace płuc z punktu widzenia fizyki okazuje się, że ma tutaj zastosowanie III zasada dynamiki Newtona. W rozpatrywanym przypadku można stwierdzić, że w płucach powstaje siła skierowana dośrodkowo w kierunku przeciwnym do kierunku działania mięśni oddechowych. W czasie wdechu około 70% objętości powietrza oddechowego dociera do pęcherzyków płucnych natomiast 30 pozostaje w tak zwanej przestrzeni nieużytecznej. Powietrze zalegające w płucach pełni rolę buforu tłumiącego większe wahania składu powietrza pęcherzykowego w czasie wdechu. Wymiana tlenu i dwutlenku węgla jaka zachodzi w pęcherzykach płucnych odbywa się na zasadzie dyfuzji, której szybkość jest wprost proporcjonalna do różnicy stężeń i pola dyfuzji a odwrotnie proporcjonalna do grubości błony, co przedstawia poniższy wzór obrazujący prawo Ficka.

$$V_x = \frac{(C_o - C') q D}{h},$$

gdzie:

$C_o - C'$ – różnica stężeń,

q – pole dyfuzji,

h – grubość błony,

V_x – objętość gazu dyfundująca w jednostce czasu,

D – współczynnik dyfuzji.

Szybkość dyfuzji gazów w płucach jest duża i zależy od szybkości dostarczania powietrza do płuc oraz od szybkości odprowadzania gazów z płuc. Maksymalne możliwości wentylacji płuc są kilkunastokrotnie większe od normalnego zapotrzebowania na tlen.

Regulacja oddychania sprowadza się do dostosowania wentylacji płuc do przemiany materii w organizmie. Możliwa jest ona ponieważ bodźcami chemicznymi dla czynności oddechowej są produkty końcowe przemiany materii; dwutlenek węgla i jony wodorowe oraz zawartość tlenu w tkankach. Czynniki te są regulatorami oddychania a więc decydują o zużyciu tlenu, wytwarzaniu dwutlenku węgla i jonów wodorowych przez komórki ustroju. Wzrost stężenia dwutlenku węgla w powietrzu wdychanym do 1-2% (norma 0,04%) powoduje przyspieszenie pracy płuc oraz pogłębienie oddechu. Dwutlenek węgla z łatwością przenika przez wszelkie bariery i błony komórkowe i trudno jest dzisiaj odpowiedzieć czy wzrost stężenia jonów wodorowych ma wpływ na działanie dwutlenku węgla czy też działanie to zależy od samej cząsteczki dwutlenku węgla. Faktem jest, że wzrost stężenia dwutlenku węgla pociąga za sobą wzrost stężenia jonów wodorowych.

Z chemicznego punktu widzenia proces zachodzący dzięki działaniu płuc polega na rozłożeniu złożonych substancji organicznych na prostsze związki przy jednoczesnym uwalnianiu energii użytkowej. Dzięki płucom odbywa się oddychanie tlenowe (właściwe), które przebiega w trzech etapach:

I etap – złożone wiązki organiczne zostają rozłożone do dwuwęglowych reszt kwasu octowego połączonych z koenzymem A,

II etap – cykl kwasu cytrynowego albo cykl Krebsa

- odłączenie dwutlenku węgla,
- przyłączenie wody,
- odłączenie atomów wodoru,

III etap – utlenianie końcowe – atom wodoru zostaje przeniesiony na tlen atmosferyczny. W czasie transportu wodoru zostaje uwolniona energia, której znaczna część zostaje zmagazynowana w ATP.

Bilans oddychania tlenowego, które jest możliwe dzięki płucom, wygląda następująco:



Może się zdarzyć, że ciśnienie tlenu rozpuszczonego we krwi ulega obniżeniu przy prawidłowym poziomie oksyhemoglobiny np. w przypadku uszkodzenia poszycia samolotu lecącego na wysokości 5000-7000 metrów. Wystawienie organizmu na ciśnienie panujące na tej wysokości powoduje utratę przytomności a w dalszym efekcie śmierć. Większość komórek pozbawiona tlenu na krótki czas ginie, bardzo czułe są komórki mózgu ssaków – giną już po zaledwie kilku minutach braku tlenu. W celu uniknięcia takich sytuacji w statkach kosmicznych panuje ciśnienie około 220 mm Hg czystego tlenu.

Nieco inaczej wygląda sytuacja osób przebywających na dużych wysokościach w górach przez dłuższy czas. W miarę upływu czasu następuje aklimatyzacja to znaczy tolerancja niskiego ciśnienia. Już po 48 godzinach w organizmie zaczynają działać mechanizmy obronne – zwiększenie zawartości dwutlenku węgla w powietrzu pęcherzykowym i we krwi powoduje silniejsze zakwaszenie obszarów chemiowrażliwych oraz płynu mózgowo – rdzeniowego i silniejsze pobudzenie oddychania. Dzięki przystosowawczym zdolnościom organizmu możliwe jest istnienie osad ludzkich np. w Himalajach i Andach na wysokości 6000 metrów, gdzie nasycenie tlenem hemoglobiny wynosi 73%.

U Indian żyjących w Andach na wysokości 4500 metrów ilość tlenu zawarta we krwi może przekraczać wartości prawidłowe co powoduje zwiększoną wydolność fizyczną.

Ze zjawiskiem odwrotnym mamy do czynienia w przypadku nurkowania na duże głębokości lub pracy w kesonach. Dochodzi do zwiększenia ciśnienia azotu. Zawartość azotu wzrasta proporcjonalnie do ciśnienia. Zwiększenie stężenia powoduje objawy narkozy azotowej. Dużym niebezpieczeństwem jest szybkie przejście od wyższego do niższego ciśnienia tzw. dekompresja. Jeżeli dyfuzja azotu z komórek do naczyń włosowatych pęcherzyków płucnych i wydalenie go przez płuca jest wolniejsze niż obniżanie ciśnienia to gaz ten gromadzi się w postaci drobnych pęcherzyków w tkankach i we krwi powodując zatory naczyń i uszkodzenia tkanek. Podawanie tlenu pod dużym ciśnieniem może spowodować zatrucie objawiające się utratą przytomności i konwulsjami padaczkowymi, ponieważ tlen może być „trujący” dla niektórych enzymów utleniających a jego nadmiar powoduje uszkodzenie mechanizmów metabolizmu. Aby zapobiec tak zwanej chorobie kesonowej stosuje się powolne i stopniowe przechodzenie do ciśnienia atmosferycznego w komorach dekompresyjnych. Innym sposobem jest zastąpienie azotu przez hel, który gorzej rozpuszcza się w tkankach i daje mniejsze bezpieczeństwo powstawania zatorów.

Myślę, że informacje zawarte w powyższej pracy świadczą o tym, że płuca to narząd, którego budowę i działanie można rozpatrywać biorąc pod uwagę takie nauki jak: biologia, chemia, fizyka i geografia.

PODSUMOWANIE

Podsumowując – celem pracy było wykazanie ważności oraz niezbędności organu jakim są płuca oraz spojrzenie na ich rolę poprzez pryzmat czterech różnych dziedzin nauki. Jednocześnie uważam, że takie opracowanie tematyczne może okazać się przydatne przy okazji prowadzenia zajęć z przyrody czy też podczas poruszania tematyki prozdrowotnej w klasach IV-VI:

- *Klasa IV*
 - Temat „Podstawowe czynności życiowe człowieka – oddychanie”. Proponuję wskazanie funkcji płuc oraz przedstawienie ich roli od pierwszych chwil życia, zwrócenie uwagi na ich charakterystyczną budowę.
- *Klasa V*
 - Temat „Skład i budowa atmosfery – ciśnienie atmosferyczne”. Tutaj proponuję przeprowadzenie doświadczenia z usunięciem powietrza z woreczka foliowego lub balonu przy jednoczesnej obserwacji jego ścianek jak również nadmierne nadmuchiwanie doprowadzające do jego rozerwania (choroba Kesonowa).
- *Klasa VI*
 - Temat „Warunki życia w krajobrazie wysokogórskim” przystosowanie organizmu człowieka do zmniejszonej ilości tlenu na przykładzie mieszkających w Himalajach Indian.
 - Temat „Pierwiastek i związek chemiczny – można wykazać, że w skład wydychanego powietrza wchodzi dwutlenek węgla (związek chemiczny) zbudowany z pierwiastków (C i O), stosując jako wskaźnik wodę wapienną oraz modele kulkowe pierwiastków. Wspomnieć, co dzieje się w organizmie przy nadmiarze dwutlenku węgla.
- *We wszystkich klasach* – można skorzystać z opracowania, mówiąc o szkodliwości palenia, wpływie dymu tytoniowego na złe funkcjonowanie płuc, a co za tym idzie – całego organizmu.

Doświadczenie z roślinami ma uzmysłwić uczniom jak silną trucizną jest dym tytoniowy. Jedną z roślin umieszczamy w woreczku napełnionym dymem tytoniowym, drugą w woreczku bez dymu. Obserwacja wykazuje zamieranie rośliny w dymie. Rośliny również oddychają a więc wniosek, że dym tytoniowy jest substancją bardzo szkodliwą i rakotwórczą. Myślę, że warto skorzystać z przedstawionych propozycji, gdyż coraz więcej młodych ludzi a nawet dzieci sięga po papierosy, nie zdając sobie sprawy z konsekwencji tego nałogu.

LITERATURA

- T. Roźniatowski, *Mała encyklopedia medycyny*, Warszawa 1997.
- E. Towpik, *Domowa encyklopedia medyczna*, Wrocław 1991.
- A. Trzebski, *Fizjologia oddychania*, Kraków 1991.
- A. Trzebski, *Fizjologia człowieka*, Warszawa 1971.
- C.A.Villee, *Biologia*, Warszawa 1990.
- I. Zeber-Dzikowska, *Oddychanie – istota, przebieg*, Warszawa 1992.