**UNIWERSYTET MEDYCZNY W ŁODZI**

**Katedra Fizjologii Doświadczalnej i Klinicznej**

**ZESZYT DO ĆWICZEŃ Z FIZJOLOGII**

Praca zespołowa pod redakcją

dr hab. n. med. Anny Walczewskiej



**Łódź 2009**

Wydano na zlecenie Senackiej Komisji ds. Wydawnictw

Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

Autorzy:

Katarzyna Asłanowicz-Antkowiak

Barbara Dziedzic

Anna Gorąca

Maria Łuczyńska

Janina Mazanowska-Gajdowicz

Dariusz Nowak

Monika Orłowska-Majdak

Maria Pawelska-Zubrzycka

Elżbieta Potargowicz

Urszula Szkudlarek

Anna Walczewska

© Copyright by Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Łódź 2009

**ISBN 978-83-61058-66-3**

**Wydanie II**

*Druk i oprawa:*

Biuro Promocji i Wydawnictw

Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

ul. Kopcińskiego 20

**UKŁAD ODDECHOWY I POKARMOWY**

# 

# Temat 1. Oznaczenie czasu bezdechu dowolnego

Czas bezdechu dowolnego może być wykorzystany do oceny wydolności układu oddechowego. Czas ten zależy między innymi od szybkości gromadzenia się CO2 we krwi tętniczej i w powietrzu pęcherzykowym oraz od sprawności działania układu oddechowego i krążenia. Drogą ćwiczeń można znacznie wydłużyć czas bezdechu dowolnego. Dlatego oznaczenie czasu bezdechu w spoczynku i po wysiłku daje informację o ogólnej sprawności fizycznej i wytrenowaniu mięśni oddechowych.

**Zadanie 1**

Określić czas bezdechu dowolnego poprzedzonego spokojnym oddychaniem.

**Wykonanie**

Badanie należy przeprowadzić w dwuosobowych grupach, w których każda osoba musi być badanym i badającym. Badany w pozycji siedzącej oddycha spokojnie przez 3 min. Następnie wykonuje głęboki wdech, zamyka usta i zaciska nos. Zmierzyć czas od momentu pobrania powietrza do momentu, kiedy badany je wypuszcza.

**Czas bezdechu dowolnego wynosi ……………**...................Kobieta/Mężczyzna

Ocena czasu bezdechu dowolnego poprzedzonego spokojnym oddychaniem.

20 s - wynik negatywny

20 - 29s - wynik słaby

30 - 50s - wynik przeciętny

51 - 60s - wynik dobry

61s i więcej - wynik bardzo dobry

Oceń wynik ………………………………………......................................................................................

**Zadanie 2**

Określić czas bezdechu dowolnego poprzedzonego 1-minutową hiperwentylacją.

**Wykonanie**

Badany w pozycji siedzącej hiperwentyluje się przez 1 min. Następnie wykonuje głęboki wdech, zamyka usta i zaciska nos. Zmierzyć czas od momentu pobrania powietrza do czasu, kiedy badany je wypuszcza. Czas bezdechu dowolnego poprzedzonego 1-minutową hiperwentylacją powinien mieścić się w granicach 80 – 100 s.

**Czas bezdechu dowolnego po 1-minutowej hiperwentylacji wynosi**

...…............................................................................................Kobieta/Mężczyzna

Oceń wynik .....................................................................................................................................................

**Odpowiedz na pytania**

1. Jakie praktyczne znaczenie może mieć badanie czasu bezdechu dowolnego? …………………………………………………………..……….………………………………………………………………………………………………….………………………..………………………
2. Dlaczego hyperwentylacja zmienia czas bezdechu dowolnego?

…………………………………………………………….……………………………………….………………………………………………………………….…………………………………….……………………………………………………….…………………………………………………….……

# Temat 2. Pomiar czasu trwania wdechu i wydechu

Podczas spokojnego oddychania cykl oddechowy składa się z fazy wdechu i wydechu. Wdech jest aktem czynnym. Na skutek skurczu mięśni oddechowych zwiększa się objętość klatki piersiowej i płuc. Spokojny wydech jest aktem biernym, w następstwie rozkurczu mięśni wdechowych i samoistnego powrotu płuc i klatki piersiowej do stanu spoczynku, w wyniku działania sił sprężystych.

W spoczynku faza wdechu jest krótsza od fazy wydechu. Stosunek czasu trwania wdechu do wydechu w spoczynku wynosi 1:1,1 do 1:1,15. W trakcie mowy lub śpiewu faza wdechu ulega skróceniu, a wydłuża się czas wydechu. Stosunek czasu trwania wdechu do wydechu zwiększa się od 1:5 do 1:7.

**Zadanie**

Zmierzyć czas trwania pojedynczego wdechu i wydechu. Obliczyć stosunek czasu wdechu do wydechu w spoczynku.

**Wykonanie**

Badanie należy przeprowadzić za pomocą miernika przepływu powietrza (***opis użycia miernika na końcu rozdziału***), u 1 kobiety i 1 mężczyzny z udziałem nauczyciela akademickiego.

W celu wykonania pomiaru należy wybrać z menu BADNIE/Test ExflowC. W oknie programu ExflowC pojawia się okno dla wykresów oraz tabela. Na polu tabeli kliknąć lewym przyciskiem myszki. Pojawia się okno „**Wyświetlone parametry**”, z którego prawym przyciskiem myszki wybrać parametry potrzebne do przeprowadzenia bieżącego badania: **TE** (czas wydechu), **TI** (czas wdechu), **TTOT** (czas trwaniacałego cyklu oddechowego). Następnie z menu wybrać WIDOK/Uśrednianie danych. Pojawia się okno, z którego należy wybrać opcję „**co min**”.

Osoba badana siada wygodnie przed aparatem, bierze do ust sterylny ustnik nałożony na głowicę pneumotachometu. Zaciska nos zaciskiem. Osoba badająca wybiera z paska narzędzi przycisk „**zielona strzałka**”. Pojawia się polecenie zerowania układu pomiarowego. Badany oddycha spokojnie przez ustnik. Po kilku oddechach w pasku narzędzi programu pojawia się aktywna ikona „**GO**”. Należy zatwierdzić **GO**. Rozpoczyna się właściwe badanie, podczas którego rysowane są wykresy wybranych parametrów, a do tabeli wpisywane są ich wartości. Po 1 minucie zakończyć badanie przyciskiem „**czerwone kółko**”. Zmierzone parametry TI, TE, TTOT przepisać z ekranu do tabeli. Obliczyć stosunek czasu trwania wdechu do czasu trwania wydechu.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Parametr | | Kobieta | Mężczyzna |
| Skrót | Pełna nazwa |
| TTOT [s] |  |  |  |
| TI [s] |  |  |  |
| TE [s] |  |  |  |
| TI/TE [%] |  |  |  |

Oceń wynik ……………………………………………………………………………………………….

**Odpowiedz na pytania.**

1. Jakie mięśnie wdechowe uczestniczą w czasie spokojnego oddychania? ……………………………………………………..………………………………………………….…

……………………………………………………………...…………………………………………….

1. Wymień mięśnie wydechowe. W jakich sytuacjach uczestniczą w oddychaniu? ………………………………………………………………………………………………………..……..………….…………………………………………………………………………………………..
2. Jak zmienia się ciśnienie w klatce piersiowej w czasie wdechu?

………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………...………………………..………….……

1. W jakich sytuacjach dochodzi do znacznego wydłużenia fazy wydechu? …………………………………………………………………………………..........................................................................................................................................................................................................

# Temat 3. Oznaczanie minutowej wentylacji płuc w spoczynku

Minutowa wentylacja płuc to ilość powietrza w litrach, która przechodzi przez drogi oddechowe i płuca w ciągu jednej minuty. Jest iloczynem objętości powietrza pojedynczego oddechu i liczby oddechów w ciągu minuty. Wentylacja minutowa zmienia się znacznie w zależności od stopnia aktywności człowieka. Dlatego jest mierzona oddzielnie w spoczynku i podczas wysiłku. Spoczynkowa minutowa wentylacja płuc zależy od płci, wieku i masy ciała. U dorosłej osoby wynosi średnio 6 - 9 litrów na minutę.

**Zadanie 1**

Zmierzyć objętość powietrza wydychanego podczas 30 oddechów i obliczyć częstość oddychania.

**Wykonanie**

Badanie przeprowadzić za pomocą miernika przepływu powietrza (***opis użycia miernika na końcu rozdziału***), u 1 kobiety i 1 mężczyzny z udziałem nauczyciela akademickiego.

W celu wykonania pomiaru należy wybrać z menu BADANIE/Test ExflowC. W oknie programu ExflowC pojawia się okno dla wykresów oraz tabela. NA polu tabeli kliknąć lewym przyciskiem myszki. Pojawia się okno „**Wyświetlone parametry**” , z którego wybrać prawym przyciskiem myszki parametry potrzebne do przeprowadzenia bieżącego badania: **Lp** (numer kolejnego oddechu), **czas**, **VET.SUM** (objętości powietrza przechodząca przez układ oddechowy). Następnie z menu WIDOK wybrać **Uśrednianie danych**. Pojawia się okno, z którego należy wybrać opcję „**co oddech**”.

Osoba badana siada wygodnie przed aparatem, bierze do ust sterylny ustnik połączony z głowicą pneumotachometru. Nos zaciska zaciskiem. Osoba badająca wybiera z paska narzędzi przycisk „**zielona strzałka**”. Pojawi się polecenie zerowania układu pomiarowego. Badany oddycha spokojnie przez ustnik. Po kilku oddechach w pasku narzędzi programu pojawia się aktywna ikona „**GO**”. Należy zatwierdzić **GO**. Rozpoczyna się właściwe badanie, podczas którego rysowane są wykresy wybranych parametrów, a do tabeli wpisywane są ich wartości. Po wykonaniu 30 oddechów (**Lp=30**) zakończyć badanie przyciskiem „**czerwone kółko**”. Zmierzone parametry (czas badania, ilość oddechów i objętość przewentylowanego powietrza) przepisać z ekranu do tabeli. W celu wykonania następnego badania należy zamknąć bieżące okno badania poleceniem „**Zamknij**” z menu PLIK, a następnie wybrać ponownie PLIK/Dane pacjenta i wprowadzić dane kolejnej osoby**.**

Do protokołu wpisać wyniki jednej wybranej osoby.

Imię i nazwisko………………………………………. …..wiek …............

Czas badania ……………………..minut …………………………….sekund

Częstość oddechów…………………………………………………………………………………………..

Objętość powietrza (VET.SUM)…………………………………………………………………………….

Objętość oddechowa…………………………………………………………………………………………

**Zadanie 2**

Obliczyć wentylacje minutową. Porównać wentylację, częstość oddechów i objętość oddechową u kobiety i mężczyzny.

Wentylacja objętość

minutowa = oddechowa ….……..x……… liczba oddechów /min

[litry/min] [litry]

Wyniki wpisać do tabeli.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Kobieta | Mężczyzna |
| Częstość oddechów/min |  |  |
| Objętość oddechowa [l] |  |  |
| Wentylacja minutowa [l/min] |  |  |

**Odpowiedz na pytania.**

1. Podaj definicję wentylacji minutowej spoczynkowej oraz jej średnią wartość u młodego mężczyzny o wadze 70 kg. …………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………
2. Jakie czynniki wpływają na wielkość wentylacji minutowej w spoczynku?

………………………………………………………………….……………………………………………………………………………………………………………………………………………. ………………………………………………………………………………………………….…………………………………….……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..…………………

# Temat 4. Oznaczenie minutowej wentylacji płuc w warunkach zwiększonej przestrzeni martwej

W drogach oddechowych tlen i dwutlenek węgla nie podlegają wymianie. Powietrze znajdujące się w tych przestrzeniach określa się jako **anatomiczną** **przestrzeń** **martwą**. U osób zdrowych istnieje także **fizjologiczna** **przestrzeń** **martwa**. Powstaje w wyniku nieproporcjonalnie małego przepływu krwi przez naczynia włosowate otaczające pęcherzyki w stosunku do wentylacji tej części płuc. W konsekwencji tlen w powietrzu wypełniającym te pęcherzyki nie zostaje całkowicie wykorzystany. Dzieje się tak w górnych partiach płuc, gdzie przepływ krwi stanowi tylko ok. 10% krwi przepływającej przez dolne płaty płuc. Objętość tych pęcherzyków płucnych określa się jako fizjologiczną przestrzeń martwą. W sytuacji zwiększenia przestrzeni martwej wentylację płuc poprawia pogłębienie oddechów.

**Zadanie 1**

Zmierzyć objętość oddechową po sztucznym powiększeniu anatomicznej przestrzeni martwej.

**Wykonanie**

Badanie przeprowadzić za pomocą miernika przepływu powietrza (***opis użycia miernika na końcu rozdziału***), u tych samych osób, u których była mierzona wentylacja spoczynkowa płuc, z udziałem nauczyciela akademickiego.

Aby wykonać pomiar należy wybrać z menu BADANIE/Test ExflowC. W oknie programu ExflowCpojawia się okno dla wykresów oraz tabela. Na polu tabeli kliknąć lewym przyciskiem myszy. Pojawia się okno „**Wyświetlone parametry**”, z którego należy wybrać prawym klawiszem myszki parametry potrzebne do przeprowadzenia bieżącego badania: **Lp**. (nr kolejnego oddechu), **BF** (częstość oddychania), **TV** (objętość oddechowa). Następnie z menu wybrać WIDOK/Uśrednianie danych. Pojawia się okno, z którego należy wybrać opcję „**co oddech**”. Przestrzeń martwą zwiększa się wstawiając pomiędzy ustnik a głowicę pneumotachometru dodatkową rurkę o objętości 220 ml.

Osoba badana siada wygodnie przed aparatem, bierze do ust sterylny ustnik połączony z głowicą pneumotachometru. Zaciska nos zaciskiem. Osoba badająca wybiera z paska narzędzi przycisk „**zielona strzałka**”. Pojawia się polecenie zerowania układu pomiarowego. Badany oddycha spokojnie przez ustnik. Po kilku oddechach w pasku narzędzi programu pojawia się aktywna ikona „**GO**”. Należy zatwierdzić **GO**. Rozpoczyna się właściwe badanie, podczas którego rysowane są wykresy wybranych parametrów, a do tabeli wpisywane są ich wartości. Po wykonaniu 30 oddechów (**Lp = 30**) zakończyć badanie przyciskiem „**czerwone kółko.** Przepisać z ekranu do tabeli zmierzoną częstość oddychania i objętość oddechową

**Zadanie 2**

Obliczyćminutową wentylację spoczynkową po sztucznym powiększeniu anatomicznej przestrzeni martwej i porównać z wentylacją w spoczynku (*patrz temat 3*).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parametry | Kobieta | Mężczyzna |
| Częstość oddechów/min  (BF) |  |  |
| Objętość oddechowa [l]  (TV) |  |  |
| Wentylacja ze zwiększoną przestrzenią martwą [l/min] |  |  |
| Wentylacja  spoczynkowa [l/min] |  |  |

**Zadanie 3**

Obliczyć procent zmiany objętości oddechowej (TV), częstości oddechów (BF) i wentylacji w warunkach zwiększonej przestrzeni martwej w porównaniu z tymi parametrami mierzonymi w spoczynku u kobiety i mężczyzny.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | % zmiany | |
| Kobieta | Mężczyzna |
| Częstość oddechów  (BF) |  |  |
| Objętość oddechowa (TV) |  |  |
| Wentylacja ze zwiększoną przestrzenią martwą |  |  |

**Odpowiedz na pytania**

1. Jakie znasz rodzaje przestrzeni martwej? W których częściach układu oddechowego one występują? ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………
2. Jaka jest rola anatomicznej przestrzeni martwej? …………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

3. Wyjaśnij mechanizm zmiany wentylacji płuc w warunkach zwiększonej przestrzeni martwej.

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

1. Co to jest wentylacja pęcherzykowa? Czym różni się od wentylacji minutowej? ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….………………………………………………………………………………………………………..

# Temat 5. Wpływ wysiłku fizycznego na wentylację płuc i układ krążenia

Podczas wysiłku fizycznego zmienia się czynność układu oddechowego i układu krążenia w celu zrealizowania wzmożonego zapotrzebowania tkanek na tlen, usuwania z organizmu większej ilości dwutlenku węgla i odprowadzania wytworzonego przez mięśnie ciepła i metabolitów. Podczas wysiłków dynamicznych skoordynowana reakcja układu krążenia i oddechowego przejawia się zwiększeniem wentylacji minutowej płuc, częstości skurczów serca i skurczowego ciśnienia tętniczego.

**Zadanie 1**

Zmierzyć objętość powietrza przechodzącego przez płuca podczas wysiłku fizycznego oraz parametry czynnościowe układu krążenia.

**Wykonanie**

Badanie przeprowadzić za pomocą miernika przepływu powietrza (***opis użycia miernika na końcu rozdziału***), u 1 kobiety i 1 mężczyzny z udziałem nauczyciela akademickiego.

Aby wykonać pomiar wentylacji płuc należy wybrać z menu BADANIE/Test ExflowC. W oknie programu ExflowC pojawia się okno dla wykresów oraz tabela. Na polu tabeli kliknąć lewym przyciskiem myszki. Pojawia się okno „**Wyświetlone parametry**”, z którego należy wybrać prawym przyciskiem myszki parametry potrzebne do bieżącego badania: **czas**, **VET.SUM** (objętość powietrza przechodząca przez układ oddechowy). Następnie z menu wybrać WIDOK/ Uśrednianie danych. Pojawia się okno, z którego należy wybrać opcję „**co oddech**”. Włączyć bieżnię. Na monitorze bieżni wyświetlane są parametry: prędkość, dystans, spalone kalorie, częstość skurczów serca (**HR**) i czas trwania ćwiczenia. Badający wybiera z menu BADANIE/Start lub z paska narzędzi przycisk „**zielona strzałka**”. Wykonuje polecane zerowania wstępnego układu pomiarowego wciskając **dwa razy OK**.

Badanemu zakłada się na ramię mankiet sfigmomanometru, mierzy ciśnienie tętnicze i liczy tętno. Badany wchodzi na bieżnię, przyczepia do ubrania "**klucz bezpieczeństwa**" połączony z konsolą bieżni. Na płatku ucha badanego mocuje się czujnik do pomiaru częstości pracy serca (przed założeniem poprawić ukrwienie przez pocieranie płatka ucha). Mierzenie pulsu rozpoczyna się po kilku sekundach, a na monitorze pojawi się symbol serca. Badany bierze do ust sterylny ustnik połączony z głowicą pneumotachometru. Nos zaciska zaciskiem. Wybiera przycisk **START (+)** i ustawia prędkość bieżni **3 km/godz (kobieta), 4 km/godz (mężczyzna).** Badający włącza przycisk „**GO”**, a badany przytrzymując się uchwytów idzie 3 minuty z wyznaczoną prędkością. Po wyznaczonym czasie zatrzymuje bieżnie przyciskiem **STOP(-).**Natychmiast po chodzie należy odczytać tętno i zmierzyć ciśnienie. Badający kończy badanie przyciskiem „**czerwone kółko**”. Do protokołu wpisać wyniki jednej wybranej osoby.

Imię i nazwisko ………………………………………. wiek…………..

Czas badania ……………….………minut…………………………….sekund

Objętość powietrza (VET.SUM) ………………………………………………

**Zadanie 2**

Obliczyć wentylację minutową podczas wysiłku i porównać ją z wentylacją w spoczynku kobiety i mężczyzny.

VET.SUM

Wentylacja minutowa = ----------- [litry/minutę]

3 min

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Kobieta | Spoczynek | Wysiłek fizyczny | Różnica |
| Wentylacja minutowa  [litry/min] |  |  |  |
| Częstość skurczów  serca/ min |  |  |  |
| Ciśnienie skurczowe [kPa] |  |  |  |
| Ciśnienie rozkurczowe [kPa] |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Mężczyzna | Spoczynek | Wysiłek fizyczny | Różnica |
| Wentylacja minutowa  [litry/min] |  |  |  |
| Częstość skurczów  serca/ min |  |  |  |
| Ciśnienie skurczowe [kP] |  |  |  |
| Ciśnienie rozkurczowe [kPa] |  |  |  |

**Odpowiedz na pytania.**

1. Wyjaśnij mechanizm zwiększenia wentylacji płuc podczas wysiłku dynamicznego.

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

1. Jak dynamiczny wysiłek fizyczny wpływa na:

ciśnienie tętnicze skurczowe …………………………………………………………….................…...

ciśnienie tętnicze rozkurczowe ………………………………………………………………..................

częstość skurczów serca ……………………………………............……………………………………

# Temat 6. Pomiar dowolnej maksymalnej wentylacji płuc

Maksymalną dowolną wentylacją płuc (MVV) nazywamy objętość powietrza, która przechodzi przez płuca podczas wykonywania maksymalnie szybkich, głębokich wdechów i wydechów ciągu w ciągu 12 sekund, przeliczona na wentylację minutową. U zdrowego młodego mężczyzny MVV mieści się w granicach 100–180 l/min.

**Zadanie**

Przy użyciu spirometru zmierzyć maksymalną dowolną wentylację (MVV).

**Wykonanie**

Badanie przeprowadzić u 1 kobiety i 1 mężczyzny z udziałem nauczyciela akademickiego.

Włączyć komputer i urządzenie pomiarowe. W pamięci komputera zapisane są wartości należne dla danego wieku i płci badanego. Wprowadzić do komputera dane osoby badanej: imię, nazwisko, datę urodzenia, wzrost, masę ciała i płeć. Z menu programu wybrać **Badanie MVV**. Pojawi się okno obsługi badania. Przyciskiem **„O”** wyzerować przetworniki.

Badany wkłada do ust sterylny ustnik połączony z głowicą pneumotachometru. Nos zaciska zaciskiem. Badający wybiera przycisk **START** w oknie obsługi badania i rozpoczyna badanie. Badany oddycha swobodnie. W chwili przekroczenia przez krzywą spirometryczną na ekranie komputera, zielonej pionowej linii (koniec fazy spoczynkowej), badany wykonuje maksymalnie szybkie i głębokie oddechy, aż do momentu przekroczenia drugiej pionowej, zielonej linii. Wtedy wraca do spokojnego oddychania. Po chwili można zakończyć badanie przyciskiem **STOP**. Badanie to należy powtórzyć trzykrotnie u tej samej osoby. Żeby uzyskać wynik badania (wykres i tabela), w oknie obsługi badania należy wcisnąć znak „**zielone drzwi**” i wydrukować wynik. Osoba badana otrzymuje spirogram. Na podstawie wydruku wpisać wyniki do tabeli.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Parametr | Kobieta | | | Mężczyzna | | |
| Wynik  badania | Wartość  należna | % Wartości  należnej | Wynik  badania | Wartość  należna | %  Wartości  należnej |
| MVV [l/min] |  |  |  |  |  |  |
| Częstość oddechów/ min |  |  |  |  |  |  |

Oceń wynik………………………………………………………….………………………………………

**Odpowiedz na pytania.**

1. Zdefiniuj maksymalną dowolną wentylację (MVV)?

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

# Temat 7. Analiza krzywej przepływ – objętość. Spirometria dynamiczna

Pomiar objętości i pojemności nie wystarczają do oceny prawidłowej wentylacji płuc. Klasyczna spirometria nie uwzględnia czasu, w jakim przemieszcza się powietrze w drogach oddechowych. Zmiany chorobowe płuc rozpoczynają się najczęściej w oskrzelikach o średnicy poniżej 2 mm. Dopiero później ujawniają się zwężenia większych oskrzeli. Zaburzenia przepływu powietrza w oskrzelikach są nieuchwytne w spirometrii statycznej. Badaniem, które pozwala określić dynamikę przepływu powietrza i wcześnie wykryć zmiany w oskrzelach jest analiza krzywej **przepływ - objętość**. Umożliwia ona ocenę stopnia zwężenia dróg oddechowych (obturacji). Jest niezbędna w diagnostyce i monitorowaniu astmy oskrzelowej i przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POCHP) oraz do oceny skuteczności działania leków rozkurczających oskrzela. Jeżeli stwierdza się zaburzenia wentylacji, ale nie spełniają one kryteriów rozpoznania obturacji, to prawdopodobną ich przyczyną jest restrykcja (zmniejszenie czynnego miąższu płuc, które zmniejsza całkowitą pojemność płuc). Badaniem, które może potwierdzić restrykcję jest bodypletyzmografia.

**Zadanie**

Przy użyciu spirometru zmierzyć wskaźniki wentylacji płuc.

**FEV1 -** objętość powietrza wydychanego w ciągu 1 sekundy natężonego wydechu;

**PEF** - szczytowy przepływ powietrza podczas natężonego wydechu;

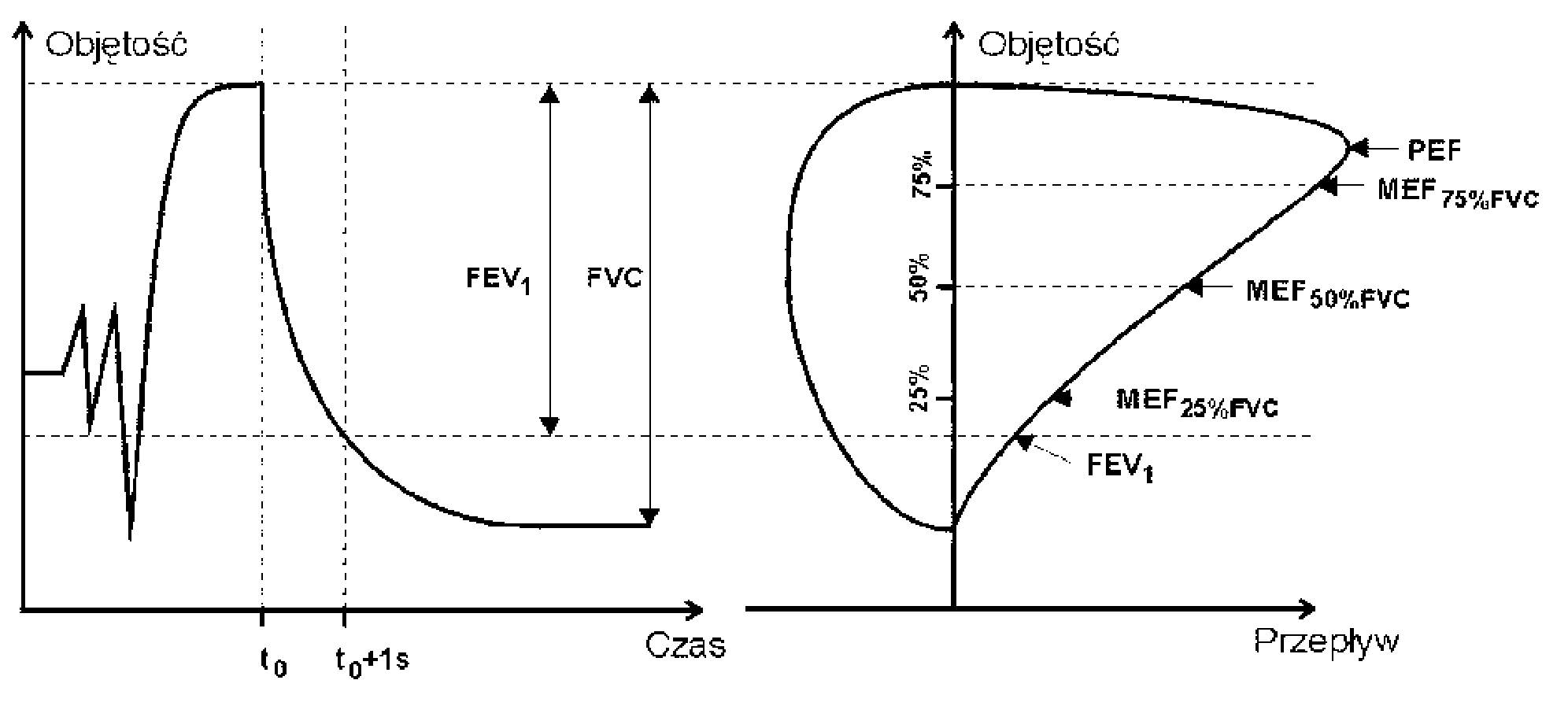
**MEF25 -** maksymalny przepływ wydechowy w momencie, gdy do końca natężonego wydechu pozostało jeszcze 25% VC;

**MEF50 -** maksymalny przepływ wydechowy w momencie gdy do końca natężonego wydechu pozostało jeszcze 50% VC;

**MEF75 -** maksymalny przepływ wydechowy w momencie gdy do końca natężonego wydechu pozostało jeszcze 75% VC;

**FEV1%VC -** stosunek ten określa jaki procent pojemności zyciowej płuc badany usuwa w ciągu 1-szej sekundy natężonego wydechu. **Wskaźnik Tiffeneau.**

**UWAGA!** Manewry oddechowe podczas pomiarów spirometrycznych są również mierzone podczas natężonego wdechu (**In**) lub wydechu (**Ex**) a pojemność życiowa płuc określana jest jako natężona pojemność życiowa (**FVC**). W związku z tym wskaźnik Tiffeneau można wyrazić jako stosunek **FEV1%FVCEx**. Wartość **FVCEx** jest zwykle mniejsza niż wartość **VC**, mierzona podczas spokojnego oddychania. Dlatego również **FEV1%FVCEx** jest zazwyczaj mniejszy niż **FEV1%VC.** Różnice te pogłębiają się u chorych z obturacją.



**Wykonanie**

Badanie należy przeprowadzić u 2 kobiet i 2 mężczyzn, z udziałem nauczyciela akademickiego. Włączyć komputer i urządzenie pomiarowe. W pamięci komputera zapisane są wartości należne dla danego wieku i płci. Wprowadzić do pamięci komputera dane osoby badanej: imię, nazwisko, datę urodzenia, wzrost, masę ciała, płeć. Z menu programu należy wybrać **Badanie Przepływ – Objętość.** Pojawi się okno obsługi badania. Przyciskiem „O” wyzerować przetworniki.

Badany wkłada do ust sterylny ustnik połączony z głowica pneumotachometru. Zaciska nos zaciskiem. Badający wybiera przycisk **START** w oknie obsługi badania i rozpoczyna rejestrację. Badany oddycha swobodnie przez ok. 5 s. Następnie powoli wypuszcza **całkowicie** powietrze z płuc, po czym wykonuje maksymalnie szybki głęboki wdech i natychmiast z „**całej siły**”, jak najdłużej, wydycha powietrze z płuc. Badanie to należy powtórzyć trzykrotnie u tej samej osoby. Po wykonaniu maksymalnych wdechów i wydechów badany wykonuje jeszcze kilka spokojnych oddechów. Wtedy badanie zakończyć przyciskiem **STOP**. Żeby uzyskać wynik badania (wykres i tabela), w oknie obsługi badania wcisnąć znak „**zielone drzwi**” i wydrukować wynik. Osoba badana otrzymuje spirogram. Na podstawie wydruku wpisać wyniki do tabeli.

**Ocena wyników krzywej przepływ-objętość**

Do oceny czynności układu oddechowego podstawowe znaczenie mają parametry: **VC** (lub **FVC**), **FEV1** i **FEV1%VC** (lub **FEV1%FVCEx**). Pozostałe wskaźniki spirometryczne (PEF, MEF75, MEF50, MEF25) mają pomocnicze znaczenie w diagnostyce zaburzeń obturacyjnych.

Wartość wskaźników spirometrycznych można oceniać na podstawie ich **procentowego odchylenia od wartości należnej**. Wartość należna danego parametru jest wyliczana na podstawie równań dla określonej populacji i rasy ludzi w zależności od wieku, wzrostu i płci. Obrazuje średnią wartość tych parametrów dla danej populacji. Jednak wartości poniżej 80% wartości należnej danego wskaźnika są obarczone wieloma błędami, zwłaszcza u ludzi starszych i dzieci (patrz *Zalecenia Polskiego Towarzystwa Ftyzjopneumonologicznego Dotyczące Wykonywania Badań Spirometrycznych, 2004*). Dlatego ich ocena jest zalecana w oparciu o **liczbę standaryzowanych reszt** (**SR**) dla danego parametru spirometrycznego, które oblicza się według wzoru:

wartość mierzona – wartość niezależna

**SR [percentyl] =**

RSD

gdzie RDS – *to* *resztce odchylenie standardowe (podane dla każdego wskaźnika spirometrycznego).*

Wynik wyrażony w percentylach mówi, jaki % zdrowej populacji (tej samej płci, wieku i wzrostu) ma wyniki niższe niż osoba badana (np. 50 percentyli oznacza, że wynik badanego jest dokładnie średnią wartością dla zdrowej populacji). Za prawidłowe wartości przyjmuje się **dla dorosłych 5-95 percentyli** danego wskaźnika spirometrycznego.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Parametr | Lp. | Kobiety | | | Mężczyźni | | |
| Wynik  badania | Wartość  należna | % Wartości  należnej | Wynik  badania | Wartość  należna | %  Wartości  należnej |
| FEV1 [l] | 1. |  |  |  |  |  |  |
| 2. |  |  |  |  |  |  |
| FVCEx [l] | 1. |  |  |  |  |  |  |
| 2. |  |  |  |  |  |  |
| PEF [l/s] | 1. |  |  |  |  |  |  |
| 2. |  |  |  |  |  |  |
| MEF75 [l/s] | 1. |  |  |  |  |  |  |
| 2. |  |  |  |  |  |  |
| MEF50 [l/s] | 1. |  |  |  |  |  |  |
| 2. |  |  |  |  |  |  |
| MEF25 [l/s] | 1. |  |  |  |  |  |  |
| 2. |  |  |  |  |  |  |
| FEV1%FVCEx [%] | 1. |  |  |  |  |  |  |
| 2. |  |  |  |  |  |  |

**Prawidłowe wartości wskaźników spirometrycznych**

*(Choroby Wewnętrzne, A. Szczeklik, Medyczna Praktyczna, Kraków 2005*).

**VC**  ≥ 80% wartości należnej

**FEV1**

**FEV1%VC**  ≥ 90% wartości należnej

**PEF**  ≥ 80% wartości należnej

**MEF75**

**MEF50** ≥ 60% wartości należnej

**MEF25**

Oceń wynik………………………………………………..…………………………………………………

………………………………….……………………………………………………………………………

**Odpowiedz na pytania.**

1. W jakim celu wykonuje się dynamiczne testy spirometryczne?

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………...…………………………………………………….

1. Zdefiniuj wskaźnik FEV1

…………………………………………………………………………………………….……………..

……………………………………………………………………………………………....................................................................................................................………………………………………………

1. Co oznacza wskaźnik FEV1 %FVC?

…………………………………………………………………………………………………………. ……………………………………………………………………………………..………….……………………………………………………………………………………………………………..……….

1. Na czym polegają zmiany obturacyjne?

…………………………………………………………………………………………………………....

……………………………………………………………………………………………………………

1. Jak wpływa obturacja na:

FEV1 ………………………………………………….………………………………………………….

FEV1 %VC…….…………………………………..……………………………………………………..

1. Co oznacza termin restrykcja płuc?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

# Temat 8. Pomiar szczytowego przepływu powietrza wydechowego

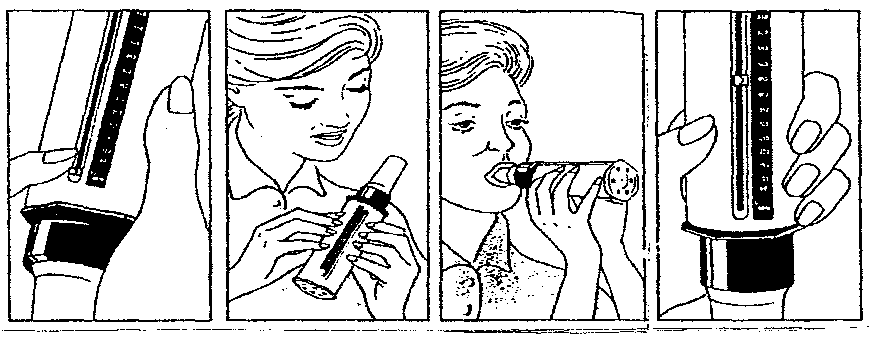
Szczytowy przepływ powietrza podczas maksymalnie natężonego wydechu **PEF** (*Peak Expiratory Flow*) odzwierciedla stopień zwężenia oskrzeli i jest przydatny do badania skuteczności działania leków rozkurczających oskrzela. Dlatego pomiar PEF jest polecany do oceny i monitorowania leczenia astmy oskrzelowej. Na wartość wskaźnika PEF mają wpływ: wiek i płeć badanego.

**Zadanie**

Oznaczyć szczytowy przepływ powietrza wydechowego przy pomocy miernika „Peak Flow Meter” (**PFM**) w pozycji stojącej, siedzącej i leżącej.

**Wykonanie**

Badanie to wykonuje każdy student. Przed pomiarem należy nałożyć na końcówkę miernika sterylny ustnik i wyzerować wskaźnik miernika PFM (**1**). Badany obejmuje miernik palcami, tak, aby nie zasłaniać otworów na tylnej stronie miernika (**2**). Wykonuje maksymalny wdech, wkłada ustnik do ust tak, aby wargi szczelnie przylegały do powierzchni ustnika i wykonuje z maksymalną siłą krótki, szybki wydech. Miernik podczas pomiaru należy trzymać poziomo (**3**).Wartość PEF odczytuje się ze skali na wskaźniku (**4**). Pomiar PEF należy przeprowadzić 3-krotnie u tej samej osoby.



1 2 3 4

Wyniki wpisać do tabeli.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Pozycja ciała | PEF [l/min] | | | |
| I pomiar | II pomiar | III pomiar | Średnia |
| Stojąca |  |  |  |  |
| Siedząca |  |  |  |  |
| Leżąca |  |  |  |  |

**Normy PEF [w l/min] dla kobiet**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Wzrost w cm** | **Wiek w latach** | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | |
| 140 | 348 | 369 | 380 | 384 | 383 | 379 | 371 | 362 | 352 | 340 | 328 | 316 | 302 | 289 | 276 | |
| 145 | 355 | 376 | 387 | 391 | 390 | 385 | 378 | 369 | 358 | 347 | 334 | 321 | 308 | 294 | 281 | |
| 150 | 360 | 382 | 393 | 397 | 396 | 391 | 384 | 375 | 365 | 352 | 340 | 327 | 313 | 300 | 286 | |
| 155 | 366 | 388 | 399 | 403 | 402 | 397 | 390 | 381 | 370 | 358 | 345 | 332 | 318 | 304 | 290 | |
| 160 | 371 | 393 | 405 | 409 | 408 | 403 | 396 | 386 | 375 | 363 | 350 | 337 | 323 | 309 | 295 | |
| 165 | 376 | 398 | 410 | 414 | 413 | 408 | 401 | 391 | 380 | 368 | 355 | 341 | 327 | 313 | 299 | |
| 170 | 381 | 403 | 415 | 419 | 418 | 413 | 406 | 396 | 385 | 372 | 359 | 346 | 331 | 317 | 303 | |
| 175 | 385 | 408 | 420 | 424 | 423 | 418 | 411 | 401 | 389 | 377 | 364 | 350 | 335 | 321 | 307 | |
| 180 | 390 | 413 | 425 | 429 | 428 | 423 | 415 | 405 | 394 | 381 | 368 | 354 | 339 | 325 | 310 | |
| 185 | 394 | 417 | 429 | 433 | 432 | 427 | 419 | 409 | 398 | 385 | 372 | 358 | 343 | 328 | 314 | |
| 190 | 398 | 421 | 433 | 438 | 436 | 432 | 424 | 414 | 402 | 389 | 375 | 361 | 347 | 332 | 317 | |

**Normy PEF [w l/min] dla mężczyzn**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Wzrost w cm** | **Wiek w latach** | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | |
| 140 | 414 | 456 | 481 | 494 | 499 | 497 | 491 | 480 | 467 | 452 | 436 | 418 | 400 | 381 | 362 | |
| 145 | 423 | 466 | 491 | 504 | 509 | 508 | 501 | 491 | 477 | 462 | 445 | 427 | 408 | 389 | 370 | |
| 150 | 432 | 475 | 501 | 514 | 519 | 518 | 511 | 500 | 487 | 471 | 454 | 436 | 417 | 397 | 378 | |
| 155 | 440 | 484 | 510 | 524 | 529 | 527 | 520 | 510 | 496 | 480 | 463 | 444 | 425 | 405 | 385 | |
| 160 | 448 | 492 | 519 | 533 | 538 | 536 | 530 | 519 | 505 | 489 | 471 | 452 | 432 | 412 | 392 | |
| 165 | 456 | 500 | 527 | 542 | 547 | 545 | 538 | 527 | 513 | 497 | 497 | 460 | 440 | 419 | 399 | |
| 170 | 463 | 508 | 535 | 550 | 555 | 554 | 546 | 535 | 521 | 504 | 486 | 467 | 447 | 426 | 405 | |
| 175 | 469 | 515 | 543 | 558 | 563 | 561 | 554 | 543 | 528 | 512 | 493 | 474 | 453 | 432 | 411 | |
| 180 | 476 | 522 | 551 | 566 | 571 | 569 | 562 | 550 | 836 | 519 | 500 | 480 | 459 | 438 | 417 | |
| 185 | 482 | 529 | 558 | 573 | 578 | 576 | 569 | 557 | 543 | 525 | 506 | 486 | 465 | 444 | 422 | |
| 190 | 488 | 536 | 564 | 580 | 585 | 583 | 576 | 564 | 549 | 532 | 513 | 492 | 471 | 450 | 428 | |

Oceń PEF w pozycji stojącej

………………………………………………………….…………………………………………………….

……………………………………………………………………………………..…………………………

**Odpowiedz na pytania.**

1. Jakie czynniki wpływają na wartość PEF?

……………………….………………………………………………………………………………….

W jakim celu wykonuje się pomiar szczytowego przepływu powietrza podczas wydechu? …………………………………………………………………………………………………………………….………………………………………………………………………………………………...…………………………………………………………………………………………………………

# Temat 9. Wyznaczenie należnej masy ciała i wskaźnika masy ciała (BMI)

Idealna (należna) masa ciała dorosłego, zdrowego człowieka jest określana na podstawie wyników badań antropologicznych danej populacji. Badania te umożliwiają statystyczną ocenę właściwej dla wieku, płci i rasy optymalną masę ciała. Nadwaga i niedowaga, które wiążą się ze zwiększeniem ryzyka rozwoju wielu chorób jest związana z różną zawartością tkanki tłuszczowej w organizmie. Prostym sposobem oceny masy ciała jest wyznaczenie wskaźnika masy ciała (*body mass index*, BMI), nazywany także wskaźnikiem Queteleta.

**Klasyfikacja masy ciała wg wskaźnika BMI.**

< 19,9 kg/m2 niedowaga

20 – 24,9 kg/m2 prawidłowa

25 – 29,9 kg/m2 nadwaga

> 30 kg/m2  otyłość

**Zadanie**

Wyznaczyć należną masę ciała i wskaźnik BMI.

**Wykonanie**

Badanie należy wykonać w dwuosobowych grupach, w której każda osoba musi być badanym i badającym.

1. Zmierzyć masę ciała i wzrost przy użyciu wagi lekarskiej ze wzrostomierzem.

(2) Obliczyć należną masę ciała (**NMC**) wg wzoru Tatonia:

dla kobiet NMC = [wzrost (cm) – 100] – {[ wzrost (cm) – 100] : 10}

dla mężczyzn NMC = [wzrost (cm) – 100] – {[ wzrost (cm) – 100] : 20}

Jeżeli aktualna masa ciała przewyższa masę należną o 10–20 % - **nadwaga**.

Jeżeli aktualna masa ciała wynosi powyżej 20 % NMC - **otyłość**.

(3) Obliczyć wskaźnik BMI wg wzoru

**BMI = masa ciała (kg) / wzrost (m2)**

Wyniki wpisać do tabeli.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Płeć ………….. | Wzrost ……….. |
| Aktualna masa ciała (zmierzona) [kg] |  | |
| Należna masa ciała (wyliczona) [kg] |  | |
| BMI [kg/m2 ] |  | |

Oceń wynik ………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

# Temat 10. Pomiar wysycenia hemoglobiny tlenem w naczyniach włosowatych i częstości skurczów serca. Pulsoksymetria

Pulsoksymetria to nieinwazyjna metoda badania stopnia utlenowania krwi i częstości skurczów serca. W pulsokrzymetrze pomiar wysycenia hemoglobiny tlenem, określany jako saturacja (Sa02), odbywa się spektrofotometrycznie, gdyż hemoglobina utlenowana i odtlenowana wykazują odmienne właściwości optyczne. U osób zdrowych saturacja wynosi 95 - 98%. Niższa saturacja krwi świadczy o niewydolności oddechowej. Wyższe wartości saturacji krwi występują tylko w przypadku tlenoterapii. Pulsoksymetr stosuje się do monitorowania pacjentów w trakcie ostrych zaburzeń oddechowo-krążeniowych, podczas znieczulenia ogólnego i bezpośrednio po jego zakończeniu.

**Zadanie**

Dokonać pomiaru saturacji krwi za pomocą pulsoksymetru podczas: (1) spokojnego oddychania; (2) po 30 i 60 sekundowym bezdechu; (3) po wykonaniu 10 przysiadów.

**Wykonanie**

Badanie należy przeprowadzić w dwuosobowych grupach, w których każda osoba musi być badanym i badającym. Włączyć aparat i monitor puls oksymetru. Badany siada. Badający zakłada mu na palec wskazujący ręki czujnik pulsoksymetru. Wyświetlona zostanie saturacja krwi wyrażona w procentach i częstość skurczów serca. Wyniki zapisać w tabeli. Następnie badany wstrzymuje oddech na 30s. Ponownie odczytuje się wartość saturacji oraz tętno. Kolejny pomiary należy wykonać po 60 s bezdechu. Następnie badany wykonuje 10 przysiadów i natychmiast po ich wykonaniu odczytać wartość saturacji i tętna. Wyniki wpisać do tabeli. Zaznaczyć zmianę saturacji i częstości skurczów serca po bezdechu i wysiłku (bz – bez zmian, ↑ - wzrost, ↓ - spadek).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Saturacja [%] | Zmiana saturacji | Skurcze serca/min | Zmiana częstości skurczów |
| Spoczynek |  |  |
| Bezdech 30 s |  |  |  |  |
| Bezdech 60 s |  |  |  |  |
| Po wysiłku |  |  |  |  |

**Odpowiedz na pytania.**

1. Jak wysiłek fizyczny wpływa na:

saturację ………………………………………………….………………………………………………………

częstość skurczów serca …………………………………………….……………………………………………………………

1. Ile mililitrów tlenu przenosi 1 gram hemoglobiny? …………………………………………..………………………………………………………………
2. Dlaczego hemoglobina we krwi nie jest związana z tlenem w 100%? ………………………………………………………………….……………………………………….

…………………………………………………………………..………………………………………