UNIWERSYTET MEDYCZNY W ŁODZI
Katedra Fizjologii Doświadczalnej i Klinicznej

SKRYPT DO ĆWICZEŃ Z FIZJOLOGII

dla studentów II roku Wydziału Lekarsko-Dentystycznego

Praca zespołowa pod redakcją
dr hab. n. med. Marii Pawelskiej-Zubrzyckiej

Łódź 2015

Autorzy:

Barbara Dziedzic
Maria Łuczyńska
Dariusz Nowak
Monika Orłowska-Majdak
Maria Pawelska-Zubrzycka
Urszula Szkudlarek
Anna Walczewska
Emilia Zgórzyńska

© Copyright by Uniwersytet Medyczny w Łodzi
Łódź 2015

Wydanie I

Druk i oprawa:

Biuro Promocji i Wydawnictw
Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

SPIS TREŚCI

Pracownia fizjologii krwi

Zasady postępowania w czasie pracy z krwią 5
Temat 1. Oznaczenie czasu krwawienia 6
Temat 2. Oznaczenie czasu krzepnięcia 7
Temat 3. Czas krzepnięcia osocza po rekalcynacji 7
Temat 4. Oznaczenie grup krwi układu ABO i Rh 8
Temat 5. Elektroforeza białek osocza (film). 9
Temat 6. Podstawowe parametry morfologii krwi 10
Temat 7. Oznaczanie szybkości opadania erytrocytów - odczyn Biernackiego 12
Temat 8. Oznaczanie czasu protrombinowego 13
Temat 9. Hematopoeza (film) 15
Temat 10. Filtracja kłębuszkowa (Glomerular filtration) A.D.A.M. 16
Temat 11. Wczesne etapy tworzenia moczu (Early filtrate processing) A.D.A.M. 17
Temat 12. Późne etapy tworzenia moczu (Late filtrate processing) A.D.A.M. 18
Temat 13. Ocena stanu kośćca metodą ultrasonograficzną … 19

Pracownia fizjologii układu krążenia

Temat 1. Układ bodźcoprzewodzący serca (Intrinsic conduction system) A.D.A.M. 22
Temat 2. Potencjał czynnościowy kardiomiocytów (Cardiac action potential) A.D.A.M. 23
Temat 3. Cykl pracy serca (Cardiac cycle) A.D.A.M. 24
Temat 4. Osłuchiwanie serca i badanie uderzenia koniuszkowego 26
Temat 5. Próba ortostatyczna 27
Temat 6. Próby wysiłkowe sprawności układu krążenia 30
Temat 7. Badanie tętna obwodowego 33
Temat 8. Pomiar ciśnienia tętniczego krwi metodą Korotkowa 35
Temat 9. Rejestracja czynności bioelektrycznej serca i analiza zapisu EKG 37
Temat 10. Wpływ oddychania na częstość skurczów serca 44
Temat 11. Wpływ hiperwentylacji na częstość skurczów serca 45
Temat 12. Badanie echokardiograficzne przezklatkowe serca (film) 46

Pracownia fizjologii układu oddechowego i pokarmowego

Temat 1. Pomiar czasu trwania wdechu i wydechu 49
Temat 2. Oznaczanie minutowej wentylacji płuc w spoczynku 50
Temat 3. Oznaczenie minutowej wentylacji płuc w warunkach zwiększonej przestrzeni martwej 51
Temat 4. Wpływ wysiłku fizycznego na wentylację płuc i układ krążenia 53
Temat 5. Pomiar dowolnej maksymalnej wentylacji płuc (MVV) 54
Temat 6. Pomiar objętości i pojemności płuc. Spirometria 55
Temat 7. Analiza krzywej przepływ – objętość. Spirometria dynamiczna 57
Temat 8. Pomiar szczytowego przepływu powietrza wydechowego (PEF) 60
Temat 9. Test tolerancji glukozy 61
Temat 10. Pomiar lipidów we krwi 62
Temat 11. Pomiar wysycenia hemoglobiny tlenem w naczyniach włosowatych i pomiar częstości skurczów serca. Pulsoksymetria 64
Temat 12. Kontrola czynności układu pokarmowego (Control of digestive system) A.D.A.M. 65
Temat 13. Czynność motoryczna (Motylity) A.D.A.M. 66
Temat 14. Czynność wydzielnicza (Secretion) A.D.A.M. 68
Temat 15. Wyznaczenie należnej masy ciała i wskaźnika masy ciała (BMI) 69

Pracownia fizjologii układu nerwowego i narządów zmysłów

Temat 1. Badanie ostrości wzroku 71
Temat 2. Badanie zdolności widzenia barw 71
Temat 3. Badanie szybkości adaptacji siatkówki do ciemności po olśnieniu 72
Temat 4. Badanie widzenia stereoskopowego 73
Temat 5. Badanie słuchu za pomocą stroików: próba Rinnego i próba Webera....74
Temat 6. Badanie czasu reakcji przy pomocy aparatu Cinemax 76
Temat 7. Transmisja synaptyczna (Synaptic transmission) A.D.A.M. 77
Temat 8. Złącze nerwowo-mięśniowe (The neuromuscular junction) A.D.A.M.....78
Temat 9. Skurcz całego mięśnia (Contraction of whole muscle) A.D.A.M.....79
Temat 10. Badanie progu czucia temperatury i progu czucia bólu wywołanego temperaturą.....80
Temat 11. Badanie progu czucia wibracji - demonstracja 84
Temat 12. Badanie dna oka przy pomocy Fundus kamery 86
Temat 13. Badanie odruchu źrenicznego na światło....89
Temat 14. Badanie odruchu na rozciąganie mięśnia z kończyn dolnych i górnych....90
Temat 15. Badanie precyzji ruchów dowolnych....92
Temat 16. Badanie zdolności koordynacji wzrokowo-ruchowej 93

PRACOWNIA FIZJOLOGII KRWI

Zasady postępowania w czasie pracy z krwią (na podstawie instrukcji MZiOS z 1997 r.)

1. Krew jest materiałem potencjalnie zakaźnym.
2. Na każde ćwiczenia należy przynieść rękawiczki jednorazowe i biały fartuch.
3. Wszystkie ćwiczenia z krwią należy wykonywać **OBOWIĄZKOWO** w rękawiczkach jednorazowego użytku i fartuchu ochronnym.
4. W pracowni zabrania się jeść i pić. Na stole nie wolno trzymać żadnych osobistych rzeczy, poza potrzebnymi do wykonania ćwiczenia i zapisania wyników.
5. Podczas pracy z krwią nigdy nie dotykać dłonią w rękawiczce oczu, nosa lub błon śluzowych.
6. Nigdy nie pipetować krwi ustami.
7. Nie podawać igieł i ostrzy z ręki do ręki. Sprzęt o ostrych krawędziach zawsze brać bezpośrednio z opakowania lub leżący na powierzchni.
8. Nie zakładać powtórnie osłonek na igły.
9. Zużyte rękawiczki i wszystkie nieostre materiały użyte w czasie ćwiczeń z krwią (strzykawki, końcówki pipet, waciki, bibułki itp.) wyrzucić do pojemnika na **ODPADY SKAŻONE.** Odpadów nie wyrzucać do zwykłego kosza na śmieci.
10. Igły i ostrza po ich użyciu wrzucić natychmiast do specjalnego pojemnika odpornego na przekłucie, z napisem „**Zużyte igły i ostrza”.**
11. Powierzchnie zanieczyszczone krwią przykryć na 15 min ligniną zmoczoną roztworem **środka dezynfekującego**, następnie usunąć ligninę i wyrzucić do kosza na **ODPADY SKAŻONE**.
12. W przypadku zanieczyszczenia rąk krwią, należy usunąć ją wacikiem zwilżonym środkiem do higienicznej dezynfekcji rąk i wacik wrzucić do kosza na **ODPADY SKAŻONE**. Następnie zwilżyć i rozprowadzić na całej powierzchni rąk środek do dezynfekcji rąk i pozostawić na skórze do wyschnięcia.
13. W przypadku skaleczenia skóry igłą lub innym ostrym narzędziem skażonym krwią, zranione miejsce należy dokładnie umyć wodą z mydłem, zdezynfekować preparatem do higienicznej dezynfekcji rąk i zabezpieczyć opatrunkiem.
14. W przypadku skażenia krwią oczu należy delikatnie, ale dokładnie przepłukać oczy przy otwartych powiekach wodą lub 0,9% NaCl.
15. W przypadku kontaktu błon śluzowych z krwią, najpierw usunąć krew tak jak w punkcie 12, a następnie przepłukać dokładnie wodą.
16. Krew, która dostała się do ust należy natychmiast wypluć i przepłukać jamę ustną kilkanaście razy wodą.
17. W przypadku kontaktu rany na skórze lub błon śluzowych z krwią należy w ciągu 48 h udać się do lekarza pierwszego kontaktu, który powinien ocenić możliwość zakażenia krwiopochodnego i podjąć stosowne postępowanie uzależnione od stopnia ryzyka.
18. W pracowni do dezynfekcji powierzchni stosowany jest 5% roztwór chloraminy T. Sprzęt i szkło laboratoryjne wielokrotnego użytku dezynfekowane jest Aldesanem E.

Informacje dodatkowe

1. Do wykonania ćwiczeń pobierana jest od studentów krew żylna. Zgoda Uczelnianej Komisji Etyki Badań Naukowych przy Akademii Medycznej w Łodzi z dn. 18.11.2000 r.
2. Do pobierania krwi używany jest sterylny sprzęt jednorazowy.
3. Przed pobraniem krwi student/ka oddający krew zobowiązany jest przeczytać i podpisać formularz świadomej zgody.

Temat 1. Oznaczenie czasu krwawienia

Czas krwawienia to czas od momentu wynaczynienie krwi na skutek standardowej skaryfikacji skóry (na przedramieniu), do chwili ustania krwawienia. Do celów diagnostycznych akceptowana jest metoda Ivy, która polega na standardowym nakłuciu bagnecikiem przedramienia i przykładaniu, co 30 s bibuły, do momentu ustania krwawienia. Oznaczenie czasu krwawienia jest najprostszą metodą badania sprawności hemostatycznej płytek krwi i małych naczyń krwionośnych. Jednakże pomiar czasu krwawienia jest mało powtarzalny, gdyż wpływa na niego wiele czynników zewnętrznych (np. temperatura) oraz inne niespecyficzne czynniki np. gęstość krwi.

Prawidłowy czas krwawienia oznaczony **metodą Ivy** wynosi **do 10 minut.** W starszej metodzie oznaczania czasu krwawienia (metoda Duke'a) nakłuwany jest płatek ucha lub opuszka palca.

Prawidłowy czas krwawienia krwi oznaczany **metodą Duke'a** wynosi **1 - 4 minut.**

Zadanie

Oznaczyć czas krwawienia metodą Duke'a.

Wykonanie

Oznaczenie wykonuje się w dwuosobowych grupach, w których obie osoby mają badany czas krwawienia. Zdezynfekować 70% alkoholem etylowym opuszkę palca, lekko ucisnąć celem wywołania przekrwienia i nakłuć jałowym bagnecikiem. W tym momencie włączyć stoper. Co 30 sekund paskiem bibuły filtracyjnej usuwać wypływającą krew, aż do chwili ustania krwawienia. Zanotować czas, po którym na bibule **nie pojawi się** już ślad krwi.

Czas krwawienia wynosi ……

Komentarz .....

Odpowiedz na pytania

1. Podaj nazwy i sposób działania dwóch związków pochodnych kwasu arachidonowego, syntetyzowanych w płytkach krwi oraz komórkach śródbłonka, które działają antagonistycznie na płytki krwi.
   ……
   ……
   ……
2. Jakie białka i receptory płytkowe biorą udział w adhezji trombocytów do tkanek w przypadku uszkodzenia naczynia?
   ……
   ……
   ……
3. Dlaczego czas krwawienia wydłuża się u osób, które systematycznie zażywają aspirynę np. w profilaktyce zawałów serca i udarów mózgu?
   ……
   ……
   ……
   ……

Temat 2. Oznaczenie czasu krzepnięcia

Do oceny sprawności układu krzepnięcia, aktywowanego przez czynniki kontaktu (droga wewnątrzpochodna), stosowany jest aktywowany czas częściowej tromboplastyny (APTT). W teście tym mierzy się czas powstania fibryny po dodaniu do osocza powierzchniowo czynnego aktywatora fosfolipidów oraz jonów wapnia. Prawidłowy czas krzepnięcia przy aktywacji wewnątrzpochodnej wynosi około 30 – 40 sekund. Sprawność działania wewnątrzpochodnego mechanizmu krzepnięcia może być także badana przez pomiar czasu krzepnięcia. Najprostszą formą tego testu jest metoda kapilarowa, w której mierzy się czas od momentu wynaczynienia krwi do momentu wytworzenia fibryny w kapilarze włosowatej**.**
Prawidłowy czas krzepnięcia wyznaczony tą metodą wynosi **3 – 10 minut.**

Zadanie

Oznaczyć czas krzepnięcia krwi metodą kapilarową.

Wykonanie

Oznaczenie wykonuje się w dwuosobowych grupach, w których obie osoby mają badany czas krzepnięcia. Opuszkę palca osoby badanej zdezynfekować 70% alkoholem etylowym, ucisnąć celem wywołania przekrwienia, a następnie nakłuć jałowym nożykiem. W tym momencie włączyć stoper. Do kropli swobodnie wypływającej krwi przyłożyć kapilarkę włosowatą i napełnić ją krwią przynajmniej w 2/3 długości. Następnie, co 30 sekund odłamywać mały kawałek kapilarki z krwią, aż do momentu, gdy pomiędzy dwoma fragmentami rurki pojawi się fibryna. Zanotować czas.

Czas krzepnięcia metodą kapilarową wynosi.....

Komentarz ..……

Odpowiedz na pytania

1. Sprawność, którego szlaku krzepnięcia jest mierzona metodą kapilarową?
   ……
   ……
   ……
2. Dlaczego w niewydolności wątroby wydłuża się czas krzepnięcia?
   ……
   ……
   ……

Temat 3. Czas krzepnięcia osocza po rekalcynacji

Wapń obok sodu, potasu i magnezu należy do najważniejszych pierwiastków w organizmie. Jony wapnia są niezbędnym czynnikiem procesu krzepnięcia krwi. W warunkach *in vitro* proces krzepnięcia można zahamować dodając do krwi pełnej czynniki wiążące (chelatujące) jony Ca^{2+} (np. cytrynian lub szczawian).

Czas rekalcynacji jest to czas jaki upływa od momentu dodania roztworu $CaCl_2$ do osocza zawierającego cytrynian do momentu powstania skrzepu w temperaturze 37°C. Badanie to jest jedną z metod oceny wewnątrzpochodnej drogi aktywacji układu krzepnięcia.

Wartości prawidłowe mieszczą się w zakresie **1 – 4 minut**.

Zadanie

Określić czas krzepnięcia osocza cytrynianowego po rekalcynacji.

Wykonanie

Do wykonania potrzebne są: łaźnia wodna, 3 szklane probówki, pipety i osocze krwi żylnej pobranej na cytrynian, które uzyskuje się przez odwirowanie krwi (10 min, 3000 obr/min). Włączyć łaźnię wodną i nastawić temperaturę 37°C. Do każdej probówki odmierzyć po 0,2 ml osocza i umieścić w łaźni wodnej. Następnie dodać do jednej probówki 0,2 ml 0,025M $CaCl_2$, włączyć stoper i mierzyć czas do momentu powstania skrzepu. Powtórzyć doświadczenie z pozostałymi dwiema probówkami i ustalić średni czas krzepnięcia osocza.

Średni czas krzepnięcia osocza po rekalcynacji wynosi …….

Odpowiedz na pytania

1. Wymień związki chelatujące jony Ca^{2+} stosowane do zapobiegania wykrzepianiu krwi w probówce
   ……
   ……
2. Wymień substancje, które są wykorzystywane w leczeniu choroby zakrzepowo-zatorowej
   ……
   …….

Temat 4. Oznaczenie grup krwi układu ABO i Rh

W praktyce klinicznej największe znaczenie mają główne układy grupowe krwi ABO i Rh. Podstawą podziału krwi na grupy jest obecność w błonie erytrocytów immunogennych glikoprotein. Występowanie antygenów na erytrocytach oraz naturalnych przeciwciał (alloprzeciwciał) w osoczu w układzie ABO przedstawione jest w tabeli poniżej. Układ Rh determinuje występowanie grupy antygenów, z których najbardziej immunogenny jest antygen D. Krew osoby, której erytrocyty posiadają antygen D określa się jako Rh^+. Natomiast krew zawierająca erytrocyty, na których nie występuje ten antygen, jako Rh^-. Oznaczenie grupy krwi dawcy i biorcy jest niezbędne przed wykonaniem przetoczenia preparatów krwiopochodnych.

Grupa krwi	**A1**	**A2**	**B**	**A1B**	**A2B**	**0**
Antygeny na krwinkach	A1	A2	B	A1B	A2B	brak
Przeciwciała w osoczu	anty-B	anty-B	anty-A1	brak	brak	anty-A anty-B

Zadanie

Określić grupę krwi przy użyciu przeciwciał monoklonalnych anty-A, anty-B i anty-D oraz krwinek wzorcowych z antygenami A i B.

Wykonanie

Do wykonania potrzebne są: surowice z przeciwciałami anty-A, anty-B i anty-D, wzorcowe erytrocyty A i B oraz oznakowane płytki z wgłębieniami. Krew odwirować (10 min w 3000 obr/min), a następnie rozdzielić krwinki i osocze do oddzielnych probówek. Do oznakowanych dołków na płytce nanieść pipetką dużą kroplę każdej surowicy, a następnie kroplę badanych erytrocytów. Delikatnie wymieszać. Do kolejnych dołków zgodnie z oznaczeniami nanieść po dużej kropli badanego osocza, a następnie erytrocyty wzorcowe. Delikatnie wymieszać. Po około 5 minutach inkubacji w temperaturze pokojowej sprawdzić, gdzie wystąpiła aglutynacja. Wynik wpisać do tabeli oznaczając:

\+ aglutynację

— brak aglutynacji.

Erytrocyty badane			**Osocze badane**		**Grupa krwi**
plus			*plus*		
Przeciwciała monoklonalne			Erytrocyty wzorcowe		
Anty-A	Anty-B	Anty-D	A	B	

Odpowiedz na pytania

1. Jakie antygeny grupowe wykryto w erytrocytach badanych?
   .....
2. Jakie przeciwciała znaleziono w badanym osoczu?
   .....
3. Wymień antygeny występujące w erytrocytach grupy krwi:
   AB Rh- .....
   A Rh+ .....
   B Rh- .....
   O Rh+.....
4. Wyjaśnij, w jakich przypadkach erytrocyty nie posiadają antygenów A i B?
   ……
   ……
   …….

Temat 5. Elektroforeza białek osocza (film)

Całkowita zawartość białka w osoczu wynosi ok 70 g/L. Białka osocza rozdzielone elektroforetycznie dzieli się na 3 frakcje: albuminę, globuliny i fibrynogen. Badanie składu i ilości białek ma szerokie zastosowanie w praktyce klinicznej. Przesunięcia ilości białek w obrębie poszczególnych frakcji towarzyszą stanom zapalnym, chorobom nerek, wątroby i chorobom nowotworowym. Zmiany te dotyczą w szczególności frakcji globulin. Oznaczenie białek wykonuje się w surowicy.

Tabela 3. Prawidłowy skład frakcji białek surowicy w rozdziale elektroforetycznym

Frakcja	Udział procentowy	Stężenie [g/dL]
Albuminy	**53 – 66 %**	**3,18 – 5,28**
Globuliny α_1	**2 – 5,5 %**	**0,12 – 0,44**
Globuliny α_2	**6 – 12 %**	**0,36 – 0,96**
Globuliny β_1	**6 – 9 %**	**0,36 – 0,72**
Globuliny β_2	**2 - 6 %**	**0,12 – 0,48**
Globuliny γ	**11 – 21 %**	**0,66 – 1,68**

Zadanie

Obejrzeć film ***Białka osocza*** aby zapoznać się z przebiegiem elektroforezy białek oraz metodą oznaczania procentowego udziału i stężenia poszczególnych frakcji białek w osoczu.

Odpowiedz na pytania

1. Dlaczego do elektroforezy używa się surowicy krwi?
   ……
   ……
   ……
2. Ile prążków uzyskuje się w czasie elektroforezy na żelu agarozowym i jakim frakcjom białek one odpowiadają?
   ……
   ……
   ……
3. Które białko występuje w osoczu w największej ilości, gdzie jest wytwarzane i jaką funkcję pełni?
   .....
   .....
   .....
4. Dlaczego zmniejszeniu stężenia albumin w osoczu towarzyszą obrzęki?
   .....
   .....
   .....
5. Podaj przykłady białek surowicy, które spełniają funkcje transportowe.
   ……
   ……
   ……
6. Jaka jest prawidłowa zawartość fibrynogenu we krwi. Gdzie jest wytwarzany? Jaką pełni funkcję?
   .....
   .....
   ……..

Temat 6. Podstawowe parametry morfologii krwi

Morfologia krwi obwodowej jest badaniem laboratoryjnym najczęściej wykonywanym w celu kontroli stanu zdrowia i diagnostyki. Polega na ilościowym i jakościowym pomiarze elementów morfotycznych krwi. W latach 80-tych XX w. pojawił się pierwszy analizator hematologiczny i obecnie wykonywanie morfologii w automatycznych analizatorach wyparło zupełnie metodę liczenia krwinek w hemocytometrze (np. Bürkera, Thoma) pod mikroskopem. Analizator pobiera do badania 10-200 µl krwi i może wykonywać kilkaset oznaczeń na godzinę. Zasada automatycznego liczenia krwinek oparta jest na pomiarze zmian przewodnictwa elektrycznego rozcieńczonej krwi, które są proporcjonalne do ilości i objętości zawartych w niej elementów morfotycznych. Analizator na podstawie wielkości krwinek wylicza liczbę erytrocytów (RBC), leukocytów (WBC) i płytek krwi (PLT), średnie objętości krwinek oraz współczynniki zróżnicowania ich wielkości. Ponadto, kolorymetrycznie oznacza stężenie hemoglobiny, wylicza wskaźniki: MCV, MCH, MCHC oraz hematokryt (Hct).

Zadanie

Wykonać badanie morfologii krwi. Do tabeli wpisać pełne nazwy skrótów wybranych parametrów (patrz tabela 1 i 2) oraz wyniki z wydruku. Przeliczyć jednostki podane przez analizator na obowiązujące jednostki SI (liczba krwinek w litrze, stężenie Hb w mmol/l, MCH w femtomolach, Hct w postaci wskaźnika).

PRZELICZNIKI jednostek tradycyjnych na jednostki SI
1 g/dl x 0,62 = 1 mmol/l
1 pg x 0,062 = 1 femtomol (fmol)
1 %Hct x 0,01 = wskaźnik hematokrytu

Symbol	Pełna nazwa	Wynik		Zakres wartości prawidłowych (SI)
		jednostki tradycyjne	jednostki SI	
WBC				
PLT				
RBC				K M
Hct				K M
Hb				K M
MCV				
MCH				
MCHC				

Odpowiedz na pytania

1. Podaj definicję hematokrytu.
   .....
   .....
   ……..
2. Podaj przyczynę różnicy wartości hematokrytu pomiędzy kobietami i mężczyznami?
   ……
   ……
   …….
3. Jak zmieni się wartość hematokrytu po aklimatyzacji do dużej wysokości nad poziomem morza? Wyjaśnij mechanizm.
   ……
   ……
   …….
4. Jak zmieni się hematokryt bezpośrednio po długotrwałych wymiotach, uporczywej biegunce lub bardzo intensywnym wysiłku fizycznym. Wyjaśnij dlaczego.
   ……
   ……
   …….

Tabela 1. Prawidłowa liczba krwinek i wartości wskaźników czerwonokrwinkowych [1]

Symbol/Nazwa		*Zakres prawidłowych wartości*	
RBC *(Red Blood Cells)*		***jednostki SI***	***jednostki tradycyjne***
Liczba erytrocytów	Kobiety	**3,5 – 5,0 x 10^{12}/l**	3,5 – 5,0 x 10^6/µl
	Mężczyźni	**4,3 – 5,9 x 10^{12}/l**	4,3 – 5,9 x 10^6/µl
Hb *(Hemoglobin)*			
Stężenie hemoglobiny	Kobiety	**7,45 – 9,31 mmol/l**	12 – 15 g/dl
	Mężczyźni	**8,7 – 10,55 mmol/l**	14 – 17 g/dl
Hct *(Hematocrit)*			
Hematokryt	Kobiety	**0,33 – 0,43 l/l**	33 – 43%
	Mężczyźni	**0,39 – 0,49 l/l**	39 – 49%
MCH *(Mean corpuscular hemoglobin)*			
Średnia masa hemoglobiny w erytrocycie		**1,67 – 2,11 fmol**	27 – 34 g
MCHC *(Mean corpuscular hemoglobin concentration)*			
Średnie stężenie hemoglobiny w erytrocycie		**19,8 – 22,3 mmol/l**	32– 36 g/dl
MCV *(Mean corpuscular volume)*			
Średnia objętość erytrocytu		**81 – 100 fl**	81 – 100 µm^3
WBC *(White blood cells)*			
Liczba leukocytów		**4,0 – 10,0 x 10^9/l**	4,0 – 10,0 x 10^3/µl
PLT (*Platelets*)			
Liczba płytek krwi		**150 – 400 x10^9/l**	150 – 400 x10^3/µl

Tabela 2. Prawidłowy skład procentowy leukocytów we krwi obwodowej u osoby dorosłej [1]

Rodzaj leukocytów		**%**
Granulocyty obojętnochłonne (**NEUT**)		53 – 75
w tym:	z jądrem pałeczkowatym	3 – 5
	z jądrem segmentowanym	50 – 70
Granulocyty kwasochłonne (**EOS**)		1 – 4
Granulocyty zasadochłonne (**BASO**)		0 – 1
Limfocyty (**LYM**)		25 – 45
Monocyty (**MON**)		2 – 8

[1]Neumeister B, Besenthal I, Liebich H. Diagnostyka laboratoryjna. Wyd. Medyczne Urban & Partner, 2003.

Temat 7. Oznaczenie szybkości opadania erytrocytów – odczyn Biernackiego

Szybkość opadania erytrocytów (OB) jest niespecyficznym testem, który może wskazywać na istnienie niektórych chorób o podłożu zapalnym, autoimmunologicznym lub nowotworowym. W prawidłowej krwi wzajemne oddziaływanie ładunków elektrycznych erytrocytów i białek osocza powoduje powolną sedymentację krwinek pod wpływem grawitacji. W przypadku zmiany składu i ilości białek w osoczu, przede wszystkim **fibrynogenu**, który należy do białek ostrej fazy oraz **globulin**, szybkość opadania erytrocytów znaczenie się zwiększa (OB podwyższone). Ponadto wiele czynników niespecyficznych, jak zmiana kształtu i wielkości erytrocytów, ale także technika przeprowadzenia

badania ma znaczący wpływ na wynik OB. U kobiet w czasie ciąży, podczas połogu, miesiączki oraz u starszych osób OB może być podwyższone nawet o 100%.

Po godzinie prawidłowe OB u osób dorosłych do 65 r. ż. powinno wynosić:

u kobiet do 12 mm
u mężczyzn do 8 mm

Zadanie

Oznaczyć szybkość opadania erytrocytów metodą Westergrena.

Wykonanie

Do wykonania potrzebne są: zestaw do oznaczania OB oraz krew żylna pobrana na 3,8% cytrynian sodu. Badanie należy wykonać w ciągu dwóch godzin od chwili pobrania krwi. Do probówki nalać krew do wyznaczonej linii, a następnie wcisnąć do dna probówki rurkę Westergrena tak, aby napełniła się krwią do poziomu 0. Zestaw z krwią ustawić pionowo w statywie. Zanotować czas rozpoczęcia oznaczenia. Po upływie 1 godziny odczytać wynik tj. wysokość słupa osocza nad elementami morfotycznymi krwi w milimetrach.

OB wynosi ..... ……Kobieta/Mężczyzna

Komentarz
……..……..

Odpowiedz na pytania

1. Jakie zmiany w składzie krwi powodują znaczące przyspieszenie szybkości opadania erytrocytów?
   .....
   .....
   .....
2. Jak zmieni się szybkość opadania erytrocytów w makrocytozie i mikrocytozie erytrocytów? Uzasadnij.
   .....
   .....
   .....

Temat 8. Oznaczenie czasu protrombinowego

Czas protrombinowy (PT) służy do oceny sprawności działania zewnątrzpochodnego mechanizmu krzepnięcia krwi. Szybkość powstania fibryny od momentu aktywacji osoczowych czynników krzepnięcia przez tromboplastynę (czynnik tkankowy) zależy głównie od ich stężenia w krwi. Dotyczy to głównie stężenia czynników: V, VII, X, protrombiny i fibrynogenu. Wydłużenie czasu PT występuje m. in. w niewydolności wątroby, zespole rozsianego wykrzepiania wewnątrznaczyniowego (DIC) oraz podczas leczenia doustnymi antykoagulantami, które zmniejszają aktywność czynników krzepnięcia zależnych od witaminy K.

Zadanie

Oznaczyć czas protrombinowy krwi (metodą Quicka).

Wykonanie

Do wykonania oznaczenia potrzebne są: łaźnia wodna, probówki, tromboplastyna, pipety i osocze krwi, które uzyskuje się przez odwirowanie krwi (10 min, 3000 obr/min). Włączyć łaźnię wodną, nastawić temperaturę 37°C i ogrzać w niej czyste probówki, badane osocze, tromboplastynę. Do suchej probówki odmierzyć 100 µl osocza i 200 µl tromboplastyny z Ca^{2+}. Natychmiast po dodaniu tromboplastyny włączyć stoper i mieszać zawartość probówki bagietką zakończoną haczykiem. W chwili pojawienia się widocznego na haczyku żelu, świadczącego o pojawieniu się włóknika, wyłączyć stoper i zanotować czas. Oznaczenie powtórzyć przynajmniej 3 razy. Wyniki wpisać do tabeli.

PT osocza prawidłowego wynosi **13-18 sekund**.

Czas protrombinowy (PT)	
Pomiar	Sekundy
I	
II	
III	
PT krwi badanej	

(1) Przedstawić wynik PT w postaci procentowego wskaźnika.

$$\frac{\text{PT osocza prawidłowego}}{\text{PT osocza badanego}} \times 100\%$$

Wskaźnik protrombinowy wynosi .....

(2) Obliczyć współczynnik protrombinowy

$$\frac{\text{PT osocza badanego}}{\text{PT osocza prawidłowego}}$$

(3) Przedstawić wynik PT w postaci INR *(International Normalized Ratio)*. Jest to współczynnik umożliwiający standaryzację wyników z różnych laboratoriów, ze względu na różną aktywność produkowanej tromboplastyny. INR u osób zdrowych mieści się w granicach **0,7 – 1,3**. Oblicza się go ze wzoru:

$$\textbf{INR} = (\textbf{Współczynnik protrombinowy})^{\textbf{ISI}}$$

ISI *(International Sensitivity Index)*, to międzynarodowy wskaźnik czułości tromboplastyny podawany przez producenta dla każdej serii odczynnika *(na opakowaniu z uwzględnieniem metody wykonania i typu analizatora)*

INR wynosi .....

Komentarz
.....
.....

Odpowiedz na pytania

1. Dlaczego pochodne kumaryny, wykorzystywane w leczeniu zakrzepicy żył głębokich i zatorowości płucnej, powodują wydłużenie czasu PT?
   .....
   .....
   .....

2. Sprawność którego szlaku krzepnięcia krwi ocenia się mierząc czas protrombinowy?
   .....
   .....

Temat 9. Hematopoeza (film)

Elementy morfotyczne krwi powstają z niezróżnicowanych pluripotencjalnych komórek pnia (*stem cells*) znajdujących się w szpiku kostnym czerwonym. Proces ciągłego namnażania się komórek pnia oraz ich różnicowania na poszczególne rodzaje krwinek nazywany jest hematopoezą. Bierze w nim udział duża liczba czynników wzrostu. Czynniki te wytwarzane są zarówno miejscowo w szpiku kostnym, jak i poza nim (erytopoetyna i trombopoetyna). Film przedstawia schematy różnicowania się poszczególnych linii komórkowych od form nierozróżnialnych w mikroskopie świetlnym, do pierwszych komórek linii ukierunkowanych, które są już morfologicznie rozróżnialne w mikroskopie. Następnie przedstawia etapy dojrzewania poszczególnych krwinek w oparciu o ich cechy morfologiczne.

Zadanie

Zapoznać się z etapami różnicowania poszczególnych rodzajów krwinek oraz udziałem wybranych czynników wzrostu, które biorą udział w tych procesach.

Odpowiedz na pytania

1. Gdzie odbywa się hematopoeza pomiędzy 3 a 6 miesiącem życia płodowego?
   ……
2. Które krwinki różnicują się pod wpływem wymienionych czynników wzrostu?
   CSF-M ……
   TPO ……
   IL-7 ……
   EPO ……
   CSF-G ……

3. Gdzie dojrzewają: limfocyty B …….....
   limfocyty T ……....
   komórki NK ….…….
4. Wymień czynniki wzrostu, które biorą udział w erytropoezie?
   …….....
   .....
5. Które stadium rozwojowe erytroblastu jako pierwsze jest rozróżniane w mikroskopie świetlnym?
   .....…….....
6. Które stadium rozwojowe erytroblastu traci jądro komórkowe?
   …….....
7. W którym erytroblaście zachodzi najintensywniej synteza hemoglobiny?
   …….....
8. Czym różni się retikulocyt od erytrocytu? Jaki jest prawidłowy udział retikulocytów w ogólnej ilości RBC we krwi obwodowej?
   ……
   ……
   …….....
   …….....
9. Jakie mogą być przyczyny zwiększenia liczby retikulocytów we krwi obwodowej?
   ……
   …….....
10. Wymień kolejne stadia rozwojowe granulocytów obojętnochłonnych, począwszy od komórek CFU-GEMM?
    ……
    ……
    …….....
    .....
11. Z jakiego stadium rozwojowego granulocytu powstaje młodociany neutrofil z jądrem pałeczkowatym?
    …….....

Temat 10. A.D.A.M. Interactive Physiology, Urinary System, Glomerular Filtration (Filtracja kłębuszkowa)

Zasadniczą funkcją kłębuszków nerkowych jest wytwarzanie przesączu osocza krwi w procesie filtracji, podczas której woda i rozpuszczone w niej drobnocząsteczkowe substancje przechodzą przez błonę filtracyjną z krwi do torebki kłębuszków. Powstały przesącz przepływając przez kanaliki nerkowe podlega procesom resorpcji i sekrecji, a następnie jako mocz ostateczny jest gromadzony w pęcherzu moczowym.

Zadanie

Zapoznać się z modułem programu A.D.A.M. pt. Glomerular filtration, aby umieć wyjaśnić na czym polega i jakie siły odpowiadają za filtrację osocza, wytłumaczyć mechanizmy odpowiadające za regulację filtracji kłębuszkowej oraz zaznajomić się z czynnością błony filtracyjnej i składem przesączu kłębuszkowego.

Wykonanie

Po zalogowaniu się do programu A.D.A.M. Interactive Physiology otworzyć rozdział Urinary system, a następnie moduł Glomerular filtration i odsłuchiwać oraz czytać kolejne plansze programu. Terminy anglojęzyczne zostały wyszczególnione i przełożone na język polski w **Słowniczku:**

acute renal failure – ostra niewydolność nerek
afferent arteriole – tętniczka doprowadzająca
average – średnia, uśredniać
bulk flow – przepływ masowy
capsular hydrostatic pressure – ciśnienie hydrostatyczne w torebce kłębuszka
capsular space – światło torebki kłębuszka
charge – ładunek elektryczny
constrict – kurczyć się
drive – napędzać
edema – obrzęk
efferent arteriole – tętniczka odprowadzająca
filtrate – przesącz kłębuszkowy
filtration – filtracja
filtration membrane – błona filtracyjna
force – siła
glomerular capsule – torebka kłębuszka
glomerular hydrostatic pressure – ciśnienie hydrostatyczne w naczyniach kłębuszka
glomerular osmotic pressure – ciśnienie osmotyczne w naczyniach kłębuszka
glomerulus – kłębuszek nerkowy
intravenously – dożylnie
juxtaglomerular apparatus – aparat przykłębuszkowy
leak – przeciek
macula densa cells – komórki plamki gęstej
myogenic mechanism – mechanizm miogenny
oppose – przeciwstawiać
opposing forces – siły przeciwstawne
override – nakładać się
passage – droga przechodzenia
peritubular capillaries – naczynia włosowate okołokanalikowe
reabsorption – resorpcja
resist – opierać się czemuś

rise – rosnąć w górę
secretion – sekrecja
sensitivity – wrażliwość
solutes – substancje rozpuszczone
sympathetic discharge – aktywacja układu współczulnego
tubuloglomerular mechanism – mechanizm kanalikowo-kłębuszkowy
waste products – zbędne produkty przemiany materii

Odpowiedz na pytania

1. Jak zmieni się wielkość filtracji kłębuszkowej w przypadku zamknięcia moczowodu przez kamień nerkowy? Wyjaśnij dlaczego.
   ……
   ……
   ……
2. Gdzie w nefronie znajduje się plamka gęsta i jaką rolę spełnia?
   ……
   ……
   ……

Temat 11. A.D.A.M. Interactive Physiology, Urinary system, Early Filtrate Processing Wczesne etapy tworzenia moczu (Modyfikowanie składu i objętości przesączu kłębuszkowego w kanaliku bliższym i pętli Henlego)

W kanaliku bliższym i w pętli Henlego przesącz kłębuszkowy podlega procesom resorpcji i sekrecji. Resorpcja to zwrotne wchłanianie substancji z przesączu z powrotem do krwi dzięki zróżnicowanym mechanizmom transportu, które funkcjonują w komórkach nabłonkowych poszczególnych części nefronu. W kanaliku bliższym resorbowana jest woda, jony oraz całkowicie substancje organiczne. W procesie sekrecji niektóre substancje są wydzielane z krwi do płynu kanalikowego.

Zadanie

Zapoznać się z modułem programu A.D.A.M. pt. Early filtrate processing, aby umieć opisać podstawowe procesy biernego i aktywnego transportu decydujące o resorpcji i sekrecji jonów i substancji organicznych, wyjaśnić różnice zmian składu przesączu w poszczególnych częściach nefronu oraz procesy odpowiadające za powstanie gradientu osmotycznego w rdzeniu nerki.

Wykonanie

Po zalogowaniu się do programu A.D.A.M. Interactive Physiology otworzyć rozdział Urinary system, a następnie moduł Early filtrate processing i odsłuchiwać oraz czytać kolejne plansze programu. Terminy anglojęzyczne zostały wyszczególnione i przełożone na język polski w poniższym **Słowniczku:**

abundant – obfity
ascending limb – ramię wstępujące
available – dostępny
basolateral membrane – błona podstawnoboczna
countercurrent exchanger – wymieniacz przeciwprądowy
countercurrent multiplier – wzmacniacz przeciwprądowy
countertransport carrier molecule – cząsteczka nośnika antyportu
descending limb – ramię zstępujące
diabetes mellitus – cukrzyca
diffuse out – dyfundować na zewnątrz
enable – umożliwiać
equilibrate – zrównoważyć

filtrate processing – modyfikowanie składu przesączu kłębuszkowego
interstitial space – przestrzeń śródmiąższowa
luminal membrane – błona od strony światła kanalika
move – przemieszczać się
paracellular pathway – droga międzykomórkowa
passageway – kanał przepływowy, droga przechodzenia
permeable plasma membranes – błona cytoplazmatyczna przepuszczalna
permeable to water – przepuszczalne dla wody
primary active transport – transport aktywny pierwotny
proximal convoluted tubule – kanalik kręty bliższy
secondary active transport – transport aktywny wtórny
solvent drag – transport wody i rozpuszczonych w niej jonów (wiązanie rozpuszczalnika)
tight junctions – połączenia ścisłe
transcellular pathway – droga przezkomórkowa
vasa recta – naczynia proste

Odpowiedz na pytania

1. Co nazywamy transportem maksymalnym? Podaj Tm dla glukozy.
   ……
   ……
   ……
2. Jaka jest rola pętli Henlego nefronów w procesie tworzenia moczu?
   ……
   ……
   ……
   ……

Temat 12. A.D.A.M. Interactive Physiology, Urinary System, Late Filtrate Processing Późne etapy tworzenia moczu (Modyfikowanie składu i objętości przesączu kłębuszkowego w kanaliku dalszym i zbiorczym)

Przemiany, którym ulega przesącz kłębuszkowy w kanaliku krętym dalszym i zbiorczym zależą od aktualnych potrzeb organizmu sygnalizowanych stężeniem hormonów we krwi aldosteronu i hormonu antydiuretycznego. Te części kanalików nefronu mają zasadnicze znaczenie dla utrzymania równowagi wodno-elektrolitowej i objętości wydalanego moczu.

Zadanie

Zapoznać się z modułem programu A.D.A.M. pt. Late filtrate processing, aby umieć wyjaśnić znaczenie hormonu antydiuretycznego i gradientu osmotycznego w rdzeniu nerki w procesie zagęszczania moczu oraz rolę aldosteronu w resorpcji jonów sodu i sekrecji jonów potasu.

Wykonanie

Po zalogowaniu się do programu A.D.A.M. Interactive Physiology otworzyć rozdział Urinary system, a następnie moduł Late filtrate processing i odsłuchiwać oraz czytać kolejne plansze programu. Terminy anglojęzyczne zostały wyszczególnione i przełożone na język polski w poniższym **Słowniczku:**

bulk – masa, wielka ilość
chronic - przewlekły
confine – ograniczać
cortical collecting duct – kanalik zbiorczy korowy
dehydration – odwodnienie
diabetes insipidus – moczówka prosta
excrete – wydalić

impermeable – nieprzepuszczalne
intercalated cells – komórki wstawkowe
late distal convoluted tubule – dalsza część kanalika dalszego krętego
medullary collecting duct – kanalik zbiorczy rdzeniowy
medullary osmotic gradient – gradient osmotyczny w rdzeniu nerki
normal hydration – prawidłowe nawodnienie
overhydration – przewodnienie
principal cells – komórki główne
relatively – względnie
renal pelvis – miedniczka nerkowa
retain – zachować
stimulus – bodziec
temporary - tymczasowy
trigger – spowodować, wywołać
urea – mocznik
urinary bladder – pęcherz moczowy
urine output – diureza

Odpowiedz na pytania

1. Wyjaśnij zmiany osmolarności wydalanego moczu:
przy braku ADH we krwi?
……
……..
przy wysokim jego stężeniu we krwi?
……
……..
2. Dlaczego antagoniści aldosteronu powodują zwiększoną diurezę?
……
……
…….

Temat 13: Ocena stanu kośćca metodą ultrasonograficzną

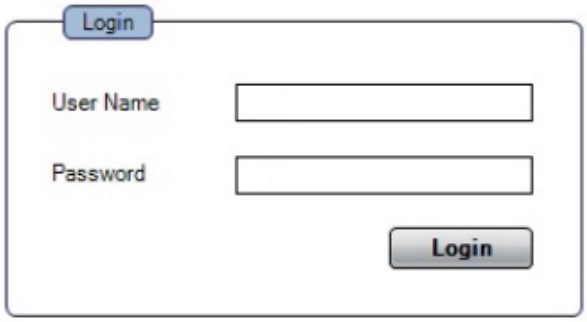
Badanie ultrasonograficzne kości jest jedną z metod diagnostycznych osteopenii i osteoporozy. Badanie polega na pomiarze średniej prędkości fali ultradźwiękowej przechodzącej przez nasady dalszych paliczków proksymalnych 4 palców dłoni dominującej za pomocą ultrasonografu. Osteoporoza to choroba układu szkieletowego, charakteryzującą się niską masą kostną i zaburzeniem mikroarchitektury kości, co prowadzi do zwiększonego ryzyka złamań (*łamliwość kości*). Jednak 55-74% złamań osteoporotycznych występuje u osób, które nie mają obniżonej masy kostnej, dlatego od 2001 r. osteoporozę definiuje się jako chorobę szkieletu z upośledzoną wytrzymałością kości, co powoduje zwiększone ryzyko złamań. Wytrzymałość kości odzwierciedla gęstość mineralna kości (BMD) oraz jakość kości.
Badanie ultrasonograficzne pozwala zmierzyć BMD według kryterium Z-score (Z-score stosunek gęstości mineralnej kości BMD osoby badanej do średniej gęstości kości osoby w tym samym wieku) i określić ryzyko złamań.

Zadanie

Ocenić stan kośćca osoby badanej z wykorzystaniem aparatu DBM Sonic Bone Profiler, firmy Igea.

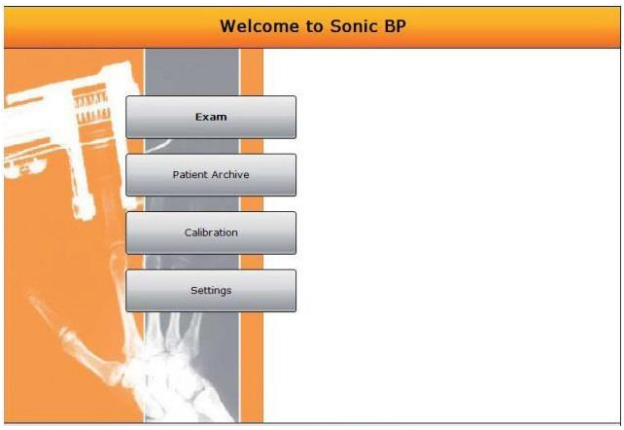
Wykonanie

Aparat włączamy przyciskiem na tylnej ścianie. Po uruchomieniu urządzenia pojawi się okno:

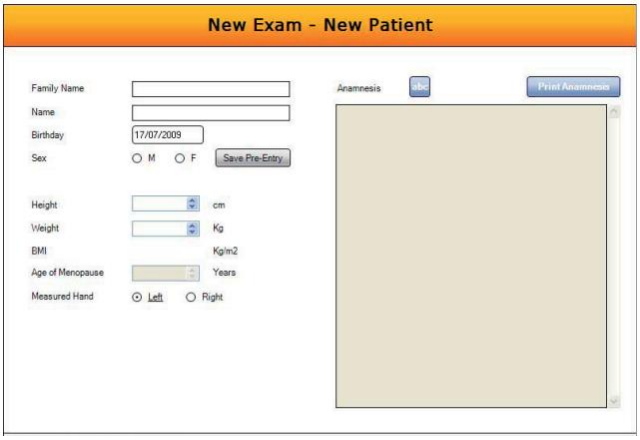


W oknie User name należy wpisać (student), w oknie Password (student), a następnie wcisnąć przycisk „LOGIN”

Kolejne okno to **Welcome to Sonic BP**:

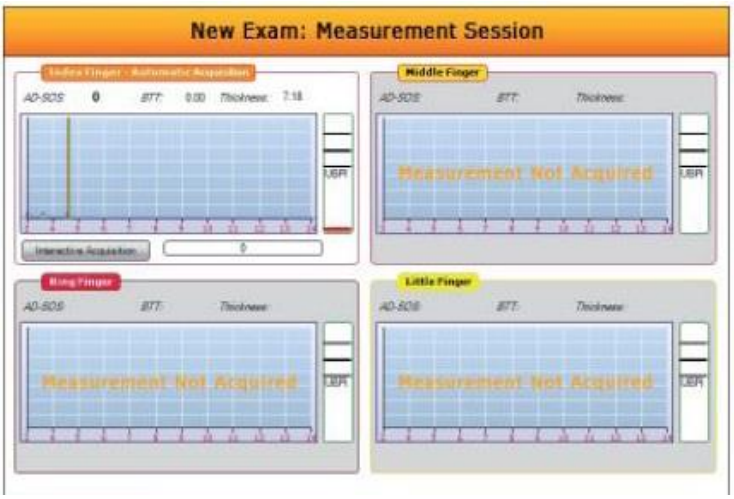


Należy wybrać przycisk **Exam**. Otworzy się okno nowego badania (**New EXAM). P**ozwala na wybór między opcją **New Patient** (jeśli osoba po raz pierwszy bierze udział w badaniu) lub **Select Patient** (jeśli pacjent już wcześniej był poddawany badaniu i jego wyniki zostały zapisane w bazie danych). Po kliknięciu pierwszej z wymienionych opcji otworzy się okno **NEW EXAM – NEW PATIENT** pozwalające wpisać dane osobowe badanego.



Po wpisaniu danych, należy kliknąć **Next** by przejść do następnego okna – **NEW EXAM: MEASUREMENT SESSION.** Składa się ono z 4 obszarów:

- Index finger - palec wskazujący
- Middle finger - palec środkowy
- Ring finger - palec serdeczny
- Little finger - mały palec



Aktywne okno, w którym zapisuje się pomiar ma białe tło wokół niebieskiego pola. Pozostałe pola na szarym tle są nieaktywne. Teraz należy zdjąć sondę pomiarową z uchwytu, rozsunąć dwie głowice pomiarowe i nałożyć na obie ich powierzchnie małą ilość żelu. Głowice nie powinny się ze sobą stykać po aplikacji żelu. Nie należy wysuwać obrączki oddzielającej głowice od siebie – grozi to uszkodzeniem sondy.

Umieścić obie końcówki sondy na paliczku bliższym palca wskazującego. Kierunek osi głowic musi być prostopadły do kierunku osi podłużnej paliczka, a palec musi być cały czas wyprostowany. Można wykonywać delikatną rotację głowic wokół badanego palca. Jeśli rotacja będzie za duża, wówczas pomiar ustanie i pojawi się wiadomość **EXTRAROTATION**. By kontynuować pomiar, głowica musi być umieszczona poziomo.

Pomiar rozpoczyna się automatycznie po ustawieniu głowicy na paliczku. Biały pasek po prawej stronie każdego pola pokazuje wartość UBPI (ilościowa analiza sygnału), która jest istotnym parametrem ultrasonograficznym. Po zakończeniu pomiaru kolejne pole dla następnego palca aktywuje się automatycznie. Należy ponownie rozsunąć głowice, nałożyć żel i umieścić je na palcu środkowym zgodnie z opisem powyżej. W podobny sposób należy dokonać pomiaru na kolejnych dwóch palcach, serdecznym i małym.

Kompletny raport całego badania wyświetli się automatycznie po wykonaniu ostatniego pomiaru. Jest to wykres obrazujący zależność szybkości przechodzenia fali ultradźwiękowej przez kość (AD-SOS) i wieku pacjenta. **Czerwona kropka na wykresie obrazuje bieżący wynik pomiaru.**

Jeśli badanie było przeprowadzone poprawnie, można zakończyć pomiar klikając przycisk **End of session**.

Wygenerowany zostanie raport z badania zawierający następujące parametry:

- AD-SOS: Prędkość przechodzenia fali ultradźwiękowej przez kość
- AD-SOS T-Score: Stosunek wartości gęstości mineralnej kości osoby badanej do prawidłowej wartości gęstości kości osoby młodej.
- AD-SOS Z-Score: Stosunek wartości gęstości mineralnej kości osoby badanej do prawidłowej wartości gęstości gości osoby w tym samym wieku.
- Wyniki T-Score i Z-Score u osób młodych mogą mieć zbliżone wartości
- BTT (Bone Transmission Time): Czas przejścia fali ultradźwiękowej przez kość.
- UBPI (Ultrasound Bone Profile Index): Wskaźnik jakości sygnału pomiarowego

Odpowiedz na pytania

1. Jakie hormony biorą udział w homeostazie wapnia w organizmie i gdzie są one syntetyzowane?
.....
.....
.....

2. Przedstaw krótko mechanizm działania tych hormonów
……
……

PRACOWNIA FIZJOLOGII UKŁADU KRĄŻENIA

Temat 1. A.D.A.M. Interactive Physiology, Cardiovascular System, Intrinsic Conduction System (Układ bodźcoprzewodzący serca)

Układ bodźcoprzewodzący koordynuje czynność przedsionków i komór przez określenie kierunku i szybkości rozprzestrzeniania się pobudzenia w sercu. W układzie bodźcoprzewodzącym występują kardiomiocyty w których samoistnie powstaje potencjał czynnościowy i które przewodzą stan czynny do kardiomiocytów roboczych przedsionków i komór. Kardiomiocyty mające zdolność do samoistnej depolaryzacji (kardiomiocyty rozrusznikowe) występują w węźle zatokowo-przedsionkowym, węźle przedsionkowo-komorowym i komórkach Purkiniego. Węzeł zatokowo-przedsionkowy nazywa się rozrusznikiem serca, ponieważ jego komórki rozrusznikowe depolaryzują się z największą częstotliwością i narzucają swój rytm innym częściom układu bodźcoprzewodzącego. Powstające w rozruszniku pobudzenie obejmuje mięsień przedsionków i przez szlaki międzywęzłowe przekazywane jest do węzła przedsionkowo-komorowego, skąd przez pęczek przedsionkowo-komorowy, jego odnogi dociera do włókien Purkiniego i kardiomiocytów mięśni komór. Przedsionki i komory kurczą się z częstością równą częstości pobudzeń generowanych przez rozrusznik.

Zadanie:

Po obejrzeniu symulacji komputerowej student potrafi:

- określić lokalizację i czynność poszczególnych części układu bodźcoprzewodzącego serca
- powiązać czynność bioelektryczną kardiomiocytów poszczególnych części serca z elementami krzywej EKG.

Wykonanie:

Należy odszukać przy pomocy przeglądarki stronę programu A.D.A.M. Interactive Physiology, wpisać dane umożliwiające zalogowanie, otworzyć rozdział Cardiovascular system, a następnie moduł Intrinsic conduction system i odsłuchiwać oraz czytać kolejne plansze programu.
Terminy anglojęzyczne zostały wyszczególnione i przełożone na język polski w poniższym **Słowniczku:**

Atria – przedsionki
Autorhythmic muscle cell – komórka rozrusznikowa
AV Bundle – pęczek przedsionkowo-komorowy
AV Node – węzeł przedsionkowo-komorowy
Bundle Branches – odnogi węzła przedsionkowo-komorowego
Cardiac contractile cells – kardiomiocyty robocze
Contraction – skurcz
Convey – przenieść
Delayed – opóźniony
Dome-shaped – w kształcie kopuły
ECG waves – załamki EKG
Gap junctions – połączenia szczelinowe
Generate – generować, wytwarzać
Hidden – ukryty
Interatrial septum – przegroda międzyprzedsionkowa
Internodal Pathway – droga międzywęzłowa
Interventricular septum – przegroda międzykomorowa
Intrinsic conduction system – układ bodźcoprzewodzący
Myocardium – mięsień sercowy
Pacemaker potential – prepotencjał, powolna spoczynkowa depolaryzacja
Purkinje Fibers – włókna (komórki) Purkiniego
Relaxation – rozkurcz
SA Node – węzeł zatokowo-przedsionkowy
Spread – rozprzestrzeniać się

Odpowiedz na pytanie

1. Jaka cecha układu bodźcoprzewodzącego serca umożliwia skurcz przedsionków przed skurczem komór?

.....
.....

Temat 2. A.D.A.M. Interactive Physiology, Cardiovascular System, Cardiac Action Potential (Potencjał czynnościowy kardiomiocytów)

W sercu znajdują się dwa rodzaje kardiomiocytów: kardiomiocyty układu bodźcoprzewodzącego i kardiomiocyty robocze. Kardiomiocyty robocze mogą się kurczyć. Kardiomiocyty układu bodźcoprzewodzącego serca, nie mogą się kurczyć, ale mogą przewodzić zmiany potencjału elektrycznego, a występujące wśród nich kardiomiocyty rozrusznikowe mają zdolność do samopobudzenia się (same generują potencjał czynnościowy). Potencjał ten w postaci fali depolaryzacji przez połączenia szczelinowe rozprzestrzenia się bezpośrednio z komórki na komórkę, zarówno między miocytami układu bodźcoprzewodzącego, między miocytami układu bodźcoprzewodzącego, a miocytami roboczymi, jak i między miocytami roboczymi. Dzięki temu dochodzi do koordynacji skurczów przedsionków i komór serca.

Zadanie:

Po obejrzeniu symulacji komputerowej student potrafi:

- zdefiniować pojęcia związane z przedstawionym tematem,
- wyjaśnić jonowy mechanizm prepotencjału rozrusznika, potencjału czynnościowego komórek układu bodźcoprzewodzącego serca i potencjału czynnościowego kardiomiocytów przedsionków i komór,
- wyjaśnić dlaczego zmiany potencjału elektrycznego kardiomiocytów są odpowiedzialne za koordynację skurczów przedsionków i komór serca.

Wykonanie:

Należy odszukać przy pomocy przeglądarki stronę programu A.D.A.M. Interactive Physiology, wpisać dane umożliwiające zalogowanie, otworzyć rozdział Cardiovascular system, a następnie moduł Cardiac action potential i odsłuchiwać oraz czytać kolejne plansze programu.
Terminy anglojęzyczne zostały wyszczególnione i przełożone na język polski w poniższym **Słowniczku:**

Ability – zdolność
Action potential – potencjał czynnościowy
Adjacent – sąsiednie
Allow – pozwalać
Autorhythmic muscle cell – komórka rozrusznikowa
Bring about – powodować
Cardiac contractile cells – kardiomiocyty robocze
Connect – łączyć
Contraction – skurcz
Coupled – połączony
Crucial – istotny, kluczowy
Declining – zanikający, słabnący
Due to – spowodowany
Embedded – wbudowane
Gap junctions – połączenia szczelinowe
Generate – generować, wytwarzać
In turn – z kolei
Intrinsic conduction system - układ bodźcoprzewodzący
Ionic basis – jonowa podstawa, jonowy mechanizm
Ionic pump – pompa jonowa

Lead to reversal – prowadzić do odwrócenia
Move into or out – przenieść do lub z
Note that – należy zauważyć
Pacemaker potential – prepotencjał, powolna spoczynkowa depolaryzacja
Plasma membrane – błona komórkowa
Protein channels – kanały jonowe,
Reach – osiągać
Recall – wycofanie, wycofać, odwołanie, odwołać
Relative – względny
Relax – rozkurczać się
Relaxation – rozkurcz
Resting membrane potential – potencjał spoczynkowy komórki
Reversal – odwrócenie
Sarcoplasmic reticulum (SR) – siateczka sarkoplazmatyczna
Slide – ślizgać się
Spread – rozprzestrzeniać się
Take place – nastąpić, odbyć się
Threshold – próg pobudzenia, potencjał progowy,
Trigger – wyzwolić
Unique – unikalna
Voltage gated channels – kanały bramkowane napięciem

Odpowiedz na pytania

1. Jaka jest różnica w jonowym mechanizmie powstawania depolaryzacji w kardiomiocytach rozrusznikowych i kardiomiocytach roboczych?

……
……
……
……

2. Ustaw w kolejności występowania: skurcz kardiomiocytów roboczych komór, pobudzenie kardiomiocytów przedsionków, pobudzenie węzła przedsionkowo-komorowego, pobudzenie komórek Purkiniego, pobudzenie kardiomiocytów komór, pobudzenie węzła zatokowo-przedsionkowego

……
……
……
……

Temat 3. A.D.A.M. Interactive Physiology, Cardiovascular System, Cardiac Cycle (Cykl pracy serca)

Cykl pracy serca to wszystkie zjawiska związane z przepływem krwi przez serce w czasie jego skurczu i rozkurczu. Krew napływa do serca i przez nie przepływa zgodnie z gradientem ciśnień (od niższego do wyższego ciśnienia). W czasie faz cyklu pracy serca zmienia się ciśnienie w komorach serca. Te zmiany powodują otwieranie się lub zamykanie zastawek, a to z kolei warunkuje prawidłowy kierunek przepływu krwi przez serce. Wzrost lub spadek ciśnienia w komorach jest wynikiem skurczu lub rozkurczu serca.

Zadanie

Po obejrzeniu symulacji komputerowej student potrafi:

- zdefiniować pojęcia związane z przedstawionym tematem
- wymienić zjawiska faz cyklu pracy serca w kolejności występowania
- wytłumaczyć mechanizmy spadku lub wzrostu ciśnienia w komorach w czasie poszczególnych faz cyklu pracy serca

- wyjaśnić dlaczego czynność zastawek i kierunek przepływu krwi zależy od zmian ciśnienia w jamach serca
- powiązać czas występowania faz cyklu pracy serca z elementami zapisu EKG, pojawieniem się tonów serca, oraz zmianami ciśnienia w komorach, aorcie i pniu płucnym.

Wykonanie

Należy odszukać przy pomocy przeglądarki stronę programu A.D.A.M. Interactive Physiology, wpisać dane umożliwiające zalogowanie, otworzyć rozdział Cardiovascular system, a następnie moduł Cardiac cycle i odsłuchiwać oraz czytać kolejne plansze programu.
Terminy anglojęzyczne zostały wyszczególnione i przełożone na język polski w poniższym **Słowniczku:**

Aortic semilunar valve – zastawka półksiężycowata aorty
Atrium – przedsionek
AV – atrioventricular valves – zastawki przedsionkowo-komorowe
Briefly – zwięźle, krótko mówiąc,
Cardiac cycle – cykl pracy serca
Cardiac valves – zastawki serca
Chamber, ventricle – komora
Diastole – rozkurcz
Dye – farbować, barwnik
CO – cardiac output – pojemność minutowa
Early diastole – wczesna faza rozkurczu
EDV – end diastolic volume – objętość późnorozkurczowa
ESV – end systolic volume – objętość późnoskurczowa
Heart sounds – tony serca
Heartbeat – jeden cykl pracy serca
HR – heart rate – częstość skurczów serca
Isovolumetric diastole – rozkurcz izowolumetryczny
Isovolumetric relaxation – faza rozkurczu izowolumetrycznego komór
Mid to late diastole – późna faza rozkurczu
Mitral valve or left atrial ventricular valve – zastawka mitralna, inaczej dwudzielna lub lewa zastawka przedsionkowo-komorowa
Overviev – ogólny zarys
Pulmonary semilunar valve – zastawka półksiężycowata pnia płucnego
Pulmonary trunk – pień płucny
SNS – sympathetic nervous system – układ nerwowy współczulny
Superior and anterior vena cava – żyła główna dolna i górna
SV – stroke volume – objętość wyrzutowa
Systole – skurcz
Tricuspid or right atrial ventricular valve – zastawka trójdzielna lub prawa zastawka przedsionkowo-komorowa
Venous return – powrót żylny
Ventricular ejection – faza wyrzutu z komór
Ventricular filling – napełnianie komór

Opowiedz na pytania

1. O czym mówi prawo Starlinga dla serca
……
……
……
2. Wytłumacz zależność między wielkością powrotu żylnego, a objętością wyrzutową
……
……
……

Temat 4. Osłuchiwanie serca i badanie uderzenia koniuszkowego

Zjawiska akustyczne towarzyszące prawidłowej pracy serca są nazywane tonami serca. U zdrowych dorosłych osób w spoczynku słyszalne są dwa tony.

Ton I skurczowy (systolityczny) powstaje na początku skurczu komór na skutek drgania strun ścięgnistych i mięśni brodawkowatych, podczas zamykania się zastawek przedsionkowo-komorowych (dwudzielnej i trójdzielnej). Jego dźwięk jest niższy (dość cichy) i dłuższy niż tonu II; jest równoczesny z uderzeniem koniuszkowym i najlepiej słyszalny nad koniuszkiem serca.

Ton II rozkurczowy (diastoliczny) powstaje na początku rozkurczu komór, podczas zamykania się zastawek półksiężycowatych aorty i tętnicy płucnej. Dźwięk tego tonu jest wyższy (głośniejszy) i krótszy niż tonu I. Ton II jest najlepiej słyszalny w drugiej przestrzeni międzyżebrowej przy lewym i prawym brzegu mostka.

Przerwa pomiędzy I a II tonem jest krótsza, niż przerwa między II, a I tonem. W przypadku zbliżonej głośności I i II tonu lub równej przerwy pomiędzy tonami, do zróżnicowania tonów, jest pomocne osłuchiwanie serca z jednoczesnym badaniem tętna na tętnicy promieniowej, ponieważ fala tętna pokrywa się w czasie z I tonem serca.

Uderzenie koniuszkowe powstaje w czasie skurczu izowolumetrycznego serca. Zwiększa się wtedy wymiar przednio-tylny komór i koniuszek serca unosi się. Wyczuwalne jest przez krótki czas, obejmujący 1/3 skurczu lewej komory. Prawidłowe uderzenie koniuszkowe jest wyczuwalne w pozycji pionowej w V przestrzeni międzyżebrowej 1.5 palca do wewnątrz od linii środkowo-obojczykowej. Obszar jego uderzenia wynosi ok. 2 cm (daje się przykryć opuszkami 2 palców). U osób szczupłych uderzenie koniuszkowe serca jest zwykle dobrze widoczne.

Zadanie

Osłuchać zastawki serca, odróżnić ton I od tonu II, znaleźć miejsce uderzenia koniuszkowego.

Wykonanie

Ćwiczenie wykonać w dwuosobowych podgrupach, w których każdy na zmianę powinien być badanym i badającym.

Ocena uderzenia koniuszkowego. Obejrzeć i obmacać klatkę piersiową. Zaznaczyć dermatografem miejsce uderzenia koniuszkowego serca, zwrócić uwagę na jego siłę i umiejscowienie.

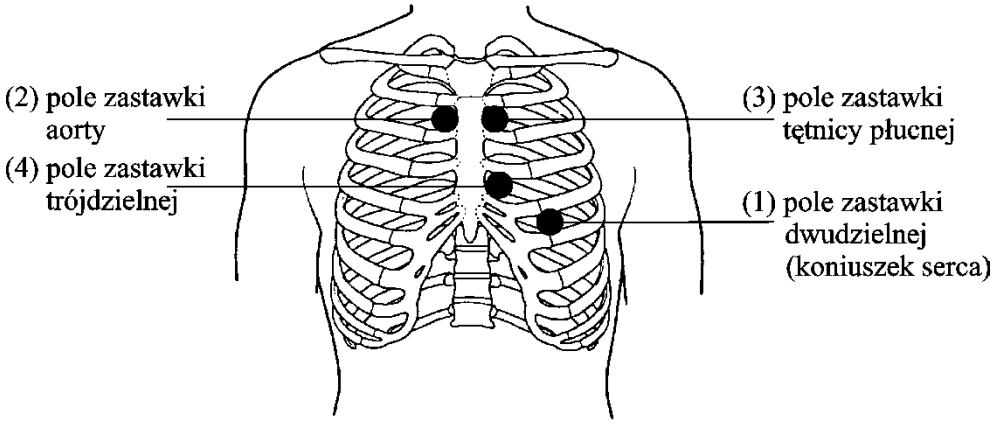
Osłuchiwanie zastawek serca przeprowadzić w podanej kolejności i w polach przedstawionych na ryc. 1.

Rzuty zastawek serca na przednią ścianę klatki piersiowej:

- rzut zastawki dwudzielnej - 3 lewe międzyżebrze przy mostku
- rzut zastawki trójdzielnej - przyczep 5 prawego żebra do mostka
- rzut zastawki aorty - środek mostka na wysokości 3 żebra
- rzut zastawki tętnicy płucnej - 2 lewe międzyżebrze przy mostku

Miejsca osłuchiwania zastawek serca:

1. **Zastawka dwudzielna** – na koniuszku serca,
2. **Zastawka aorty** – drugie prawe międzyżebrze przy mostku
3. **Zastawka tętnicy płucnej** – drugie lewe międzyżebrze przy mostku
4. **Zastawka trójdzielna** - czwarte lewe międzyżebrze przy mostku



Ryc.1. Miejsca i kolejność osłuchiwania zastawek serca na klatce piersiowej.

Przed osłuchiwaniem na klatce piersiowej zaznaczyć dermatografem pola osłuchiwania zastawek. Osłuchać zastawki badając jednocześnie tętno obwodowe. Zwrócić uwagę na miarowość, częstotliwość, czas trwania, głośność tonów serca, miejsce, w którym dany ton jest najlepiej słyszalny (akcentuacja), długość przerwy między tonami, zgodność z tętnem obwodowym, obecność lub brak dodatkowych zjawisk akustycznych.
Osłuchiwanie zastawek wykonać:
— w czasie spokojnego oddychania (podczas wydechu głośniejsze są tony z lewej komory, a podczas wdechu zwiększa się głośność tonów z prawej komory serca);
— podczas zatrzymania oddychania;
— po wykonaniu przez badanego 10 przysiadów.

Odpowiedz na pytania
1. Wymień cechy odróżniające ton I od tonu II.
   .....
   .....
   .....
   .....
2. W których polach osłuchowych ton II jest głośniejszy od tonu I?
   ……...……
   ……..……..
3. W której fazie cyklu pracy serca powstaje uderzenie koniuszkowe?
   ……...……..……

Temat 5. Próba ortostatyczna

Próba ortostatyczna pozwala ocenić wpływ autonomicznego układu nerwowego na układ krążenia. Odruchowa reakcja układu krążenia na zmianę pozycji ciała z leżącej do stojącej jest nazywana **reakcją ortostatyczną**. Taka zmiana pozycji ciała powoduje zaleganie krwi w naczyniach dolnej części ciała, a to zmniejsza powrót żylny oraz ciśnienie tętnicze w zatokach tętnic szyjnych i w łuku aorty. Zmniejszenie ciśnienia w zatokach szyjnych i w łuku aorty jest bodźcem odbarczającym baroreceptory tętnicze. Odbarczenie baroreceptorów tętniczych i jednoczesne zmniejszenie powrotu żylnego powoduje:

- zwiększenie częstości skurczów serca,
- zwiększenie całkowitego oporu naczyniowego
- zwiększenie ciśnienia skurczowego i rozkurczowego krwi,
- zmniejszenie objętości wyrzutowej serca

U osób, u których reakcja ortostatyczna jest upośledzona nagła pionizacja lub długotrwałe pozostawanie bez ruchu, w pozycji stojącej może doprowadzić do znacznego zmniejszenia ciśnienia tętniczego (hipotonii ortostatycznej) i do niedotlenienia mózgu. Niedotlenienie mózgu może spowodować zawroty głowy, zaburzenia równowagi, chwilowe zamroczenie, a nawet utratę przytomności (zapaść ortostatyczną).

Reakcja ortostatyczna może być oceniona w czasie próby ortostatycznej biernej lub czynnej. Uzyskane wyniki pozwalają obliczyć i ocenić wskaźnik Cramptona. Na podstawie jego wartości można pośrednio wnioskować o wydolności fizycznej badanej osoby. Należy jednak pamięć, że próby ortostatycznej nie można stosować do prognozowania o wydolności fizycznej u ludzi starszych.
Wskaźnik Cramptona oblicza się ze wzoru:

WC = 25 x (3,15 + ΔSBP x ΔHR / 20)

ΔSBP – różnica między wartością ciśnienia skurczowego w drugiej minucie po wstaniu i ciśnienia skurczowego w pozycji leżącej,
ΔHR – różnica między tętnem w drugiej minucie po wstaniu i tętnem w pozycji leżącej.

Skala oceny reakcji ortostatycznej:

WC ≥ 95 – reakcja bardzo dobra
WC = 94 – 80 – reakcja dobra
WC = 79 – 65 – reakcja dostateczna
WC < 65 – reakcja niedostateczna

I. Próba ortostatyczna bierna

Zadanie

Zmierzyć ciśnienie tętnicze krwi skurczowe (SBP) i rozkurczowe (DBP), częstość skurczów serca (HR), całkowity opór naczyniowy (TPR) oraz objętość wyrzutową (SV):
- w spoczynku w pozycji leżącej,
- po zmianie pozycji leżącej na stojącą,
- czas powrotu tych parametrów do wartości spoczynkowych

Wykonanie

Badanie wykonuje przeszkolony technik medyczny na specjalistycznym systemie urządzeń monitora Task Force 330i/3040i. System Monitora Task Force 330i/3040i należy do najnowocześniejszych urządzeń wspomagających diagnozę. W skład tego systemu wchodzą medyczne urządzenia pomiarowe połączone z komputerem PC oraz stół pionizacyjny.
Badanemu studentowi zakłada się urządzenie do ciągłego pomiaru ciśnienia, czujnik pulsoksymetru i przykleja się elektrody. Następnie pacjent kładzie się na stole pionizacyjnym i zostaje przymocowany do niego pasami. Po ok. 5 min. odpoczynku w pozycji leżącej mierzy mu się SBP, DBP, HR, TPR oraz SV. Następnie, zmieniając położenie stołu pionizacyjnego, podnosi się pacjenta do pozycji stojącej i ponownie mierzy powyższe parametry. Pomiary powtarza się co 1 minutę, tak długo, aż powrócą do wartości spoczynkowych. Wyniki wpisuje się do tabeli i ocenia.

Imię i nazwisko badanego: Wiek:

Pozycja badanego	Ciśnienie		Całkowity opór naczyniowy TPR	Objętość wyrzutowa SV	Częstość skurczów serca/min HR
	Skurczowe SBP	Rozkurczowe DBP			
	mmHg	mmHg	dyna*sek*/cm^3	ml	cykli/min
W pozycji leżącej					
Po pionizacji					
1 min po pionizacji					
2 min po pionizacji					
3 min po pionizacji					
4 min po pionizacji					

Wskaźnik Cramptona = …….
Reakcja ortostatyczna : …….

II. Próba ortostatyczna czynna

Zadanie

Zmierzyć ciśnienie skurczowe i rozkurczowe krwi oraz częstość skurczów serca w pozycji leżącej i po pionizacji oraz czas powrotu tych parametrów do wartości spoczynkowych.

Wykonanie

Do badania potrzebne są: sfigmomanometr, fonendoskop i stoper lub zegarek z sekundnikiem. Po ok. 5 minutach odpoczynku w pozycji leżącej zmierzyć badanemu ciśnienie skurczowe, rozkurczowe oraz tętno. Nie zdejmować mankietu sfigmomanometru. Następnie polecić, żeby badany szybko wstał. Po zmianie pozycji ponownie zmierzyć mu ciśnienie tętnicze i tętno. Pomiary te powtarzać co minutę, tak długo, dopóki ciśnienie skurczowe, rozkurczowe i tętno powrócą do wartości wyjściowych. Uzyskane wyniki wpisać do tabeli i ocenić.

UWAGA! Ponieważ wynik próby zależy od szybkości i sprawności wykonania pomiarów, trzeba przed jej wykonaniem przydzielić poszczególne funkcje (pomiar ciśnienia, tętna, czasu, zapisywanie wyników na tablicy, zabezpieczenie aparatu do mierzenia ciśnienia przed upadkiem w czasie zmiany pozycji badanego) różnym osobom w grupie.

Imię i nazwisko: Wiek:

Pozycja badanego	Ciśnienie		Tętno (HR)
	Skurczowe (SBP)	Rozkurczowe (DBP)	
	mmHg	mmHg	
W pozycji leżącej			
Natychmiast po wstaniu			
1 min po wstaniu			
2 min po wstaniu			
3 min po wstaniu			
4 min po wstaniu			

Wskaźnik Cramptona = …….

Reakcja ortostatyczna : …….

Odpowiedz na pytania

1. Jaka jest przyczyna wzrostu oporu naczyniowego w wyniku reakcji ortostatycznej?
……...
……...
…….

2. Jak zmienia się powrót żylny w wyniku reakcji ortostatycznej, jaki jest mechanizm tej zmiany?
.....
……..

3. Jakie są przyczyny zmniejszenia objętości wyrzutowej serca po nagłej zmianie pozycji z leżącej do stojącej?
…….**.....**
……..
…….

Temat 6. Próby wysiłkowe sprawności układu krążenia

Ze względu na rodzaj skurczów mięśni, wysiłki dzieli się na **wysiłki dynamiczne** i **statyczne**. W wysiłkach dynamicznych (bieg, chód, pływanie, jazda na rowerze) dominują skurcze izotoniczne, natomiast w wysiłkach statycznych (trzymanie ciężaru, stanie na jednej nodze, trzymanie nóg w górze w pozycji leżącej) przeważają skurcze izometryczne. We wszystkich rodzajach wysiłków zwiększa się pobudzenie części współczulnej układu autonomicznego, ale wskaźniki przystosowania układu krążenia nie zmieniają się tak samo. W **wysiłkach dynamicznych**: zwiększa się ciśnienie skurczowe (SBP), tętno (HR), objętość wyrzutowa (SV) i zmniejsza się całkowity opór naczyniowy (TPR).
W wysiłkach statycznych: wzrasta ciśnienie skurczowe, ciśnienie rozkurczowe, częstość skurczów serca, całkowity opór naczyniowy, a zmniejsza się objętość wyrzutowa. Zarówno wartość tych parametrów, jak i czas ich powrotu do wartości wyjściowych zależy od sprawności układu krążenia, którą można ocenić na podstawie wyników prób czynnościowych.

W testach wysiłkowych, jako normę przyjmuje się przyspieszenie tętna o 10 – 20/min i wzrost ciśnienia skurczowego o 10 - 30 mmHg.

I. Zadanie 1. Badanie parametrów układu krążenia po wysiłku dynamicznym

Zmierzyć wartości SBP, DBP, HR, TPR i SV w spoczynku i po wysiłku dynamicznym oraz czas powrotu tych parametrów do wartości spoczynkowych.

Wykonanie

Badanie wykonuje przeszkolony technik medyczny używając specjalistycznego systemu urządzeń monitora Task Force 330i/3040i. W skład tego systemu wchodzą medyczne urządzenia pomiarowe połączone z komputerem PC i drukarką.
Badanemu studentowi zakłada się urządzenie do ciągłego pomiaru ciśnienia, czujnik do pulsoksymetru i przykleja się elektrody. Po ok. 5 minutach odpoczynku w pozycji stojącej mierzy mu się SBP, DBP, HR, TPR i SV. Następnie badany wykonuje 20 szybkich, głębokich przysiadów. Natychmiast po wysiłku, w pozycji stojącej, ponownie mierzy się powyższe parametry. Pomiary powtarza się, co 1 minutę, do momentu powrotu ich wartości do wartości spoczynkowych.

Wyniki wpisuje się do tabeli i ocenia.

Imię i nazwisko: Wiek:

Pozycja badanego	Ciśnienie		Całkowity opór naczyniowy (TPR)	Objętość wyrzutowa (SV)	Częstość skurczów serca/min (HR)
	Skurczowe (SBP)	Rozkurczowe (DBP)			
	mmHg	mmHg	dyna*sek*/cm^3	ml	cykli/min
W spoczynku					
Natychmiast po wysiłku dynamicznym					
1 min po wysiłku					
2 min po wysiłku					
3 min po wysiłku					
4 min po wysiłku					

UWAGA:
Po tym badaniu nie odłącza się badanego studenta od urządzeń Monitora Task Force, ponieważ temu samemu studentowi, używając tych samych urządzeń bada się przystosowanie układu krążenia do wysiłku statycznego.

Zadanie 2. Badanie parametrów układu krążenia po wysiłku statycznym

Zmierzyć wartości SBP, DBP, HR, TPR i SV po wysiłku statycznym oraz czas powrotu tych parametrów do wartości spoczynkowych.

Wykonanie

Po ok. 5 minutach odpoczynku w pozycji stojącej badanemu mierzy się SBP, DBP, HR, TPR i SV. Następnie, badany robi półprzysiad i w wyciągniętej przed siebie ręce trzyma pięciolitrowy baniak z wodą, przez ok. 30 sek. lub do momentu zmęczenia. W czasie wysiłku badany nie powinien **zatrzymywać oddechu**. Natychmiast po wysiłku ponownie mierzy mu się wyżej wymienione parametry. Pomiary powtarza się co 1 minutę, do momentu powrotu ich wartości do wartości spoczynkowych. Wyniki wpisać się do tabeli i ocenić.

Imię i nazwisko Wiek

Pozycja badanego	Ciśnienie		Całkowity opór naczyniowy (TPR)	Objętość wyrzutowa (SV)	Częstość skurczów serca/min (HR)
	Skurczowe (SBP)	Rozkurczowe (DBP)			
	mmHg	mmHg	dyna*sek*/cm^3	ml	cykli/min
W spoczynku					
Natychmiast po wysiłku statycznym					
1 min po wysiłku					
2 min po wysiłku					
3 min po wysiłku					
4 min po wysiłku					

Zadanie 3.

Wpisać do tabeli wartości SBP, DBP, HR, TPR oraz SV w spoczynku oraz natychmiast po wysiłku dynamicznym i statycznym. Zaznaczyć wzrost (↑), spadek (↓), brak zmiany (bz).

	Ciśnienie		Całkowity opór naczyniowy (TPR)	Objętość wyrzutowa (SV)	Częstość skurczów serca/min (HR)
	Skurczowe (SBP)	Rozkurczowe (DBP)			
W spoczynku					
Wysiłek dynamiczny					
Wysiłek statyczny					

Zadanie 4.

Ocenić, czy w przeprowadzonych próbach zmiany wartości SBP, DBP, HR, TPR i SV są zgodne z oczekiwanymi.

	Ciśnienie		Całkowity opór naczyniowy (TPR)	Objętość wyrzutowa (SV)	Częstość skurczów serca/min (HR)
	Skurczowe (SBP)	Rozkurczowe (DBP)			
	tak/nie	tak/nie	tak/nie	tak/nie	tak/nie
Wysiłek dynamiczny					
Wysiłek statyczny					

II. Próby wysiłkowe sprawności układu krążenia – metody tradycyjne.

Zadanie 1. Próba wysiłkowa Martineta

Zmierzyć i ocenić ciśnienie skurczowe, rozkurczowe krwi i tętno po wysiłku dynamicznym oraz czas powrotu tych parametrów do wartości spoczynkowych.

Wykonanie

Do wykonania badania potrzebne są: sfigmomanometr, fonendoskop, stoper lub zegarek z sekundnikiem. Po ok. 3 minutach odpoczynku w pozycji stojącej zmierzyć badanemu ciśnienie skurczowe, rozkurczowe oraz policzyć tętno. Nie zdejmować mankietu sfigmomanometru. Następnie badany wykonuje 20 szybkich, głębokich przysiadów. Natychmiast po wysiłku, również w pozycji stojącej, należy ponownie zmierzyć ciśnienie skurczowe, rozkurczowe i tętno. Pomiary powtarzać, co minutę, do momentu powrotu badanych parametrów do wartości spoczynkowych. Wyniki wpisać do tabeli.

Imię i nazwisko: Wiek:

	Ciśnienie		Tętno
	skurczowe	rozkurczowe	
	mmHg	mmHg	
W spoczynku			
Natychmiast po wysiłku dynamicznym			
1 min po wysiłku			
2 min po wysiłku			
3 min po wysiłku			
4 min po wysiłku			
Różnica			
Ocena (norma tak/nie)			

Zadanie 2. Test ściskania

Zmierzyć i ocenić ciśnienie skurczowe, rozkurczowe krwi i tętno po wysiłku statycznym oraz czas powrotu tych parametrów do wartości spoczynkowych.

Wykonanie

Do wykonania badania potrzebne są: sfigmomanometr, fonendoskop, stoper lub zegarek z sekundnikiem. Badany siada przy stole, bierze do jednej ręki siłomierz i opiera rękę o blat stołu. Na ramię drugiej ręki należy założyć mu mankiet sfigmomanometru i zmierzyć ciśnienie skurczowe, rozkurczowe oraz tętno. Nie zdejmować mankietu sfigmomanometru. Po wykonaniu tych pomiarów, polecić badanemu żeby, bez zatrzymywania oddechu, maksymalnie ściskał siłomierz w dłoni przez 4 min lub do momentu zmęczenia. Natychmiast po wysiłku ponownie zmierzyć ciśnienie tętnicze krwi i tętno. Powtarzać pomiary, co minutę do momentu, aż ciśnienie skurczowe, rozkurczowe i tętno wrócą do wartości spoczynkowych.

Wyniki wpisać do tabeli.

Imię i nazwisko: Wiek:

	Ciśnienie		Tętno
	skurczowe	rozkurczowe	
	mmHg	mmHg	
W spoczynku			
Natychmiast po wysiłku statycznym			
1 min po wysiłku			
2 min po wysiłku			
3 min po wysiłku			
4 min po wysiłku			
Różnica			
Ocena (norma tak/nie)			

Zadanie 3.

Ocenić, czy w przeprowadzonych próbach zmiany ciśnienia i tętna są zgodne z oczekiwanymi.

Rodzaj wysiłku	Ciśnienie skurczowe (tak/nie)	Ciśnienie rozkurczowe (tak/nie)	Tętno (tak/nie)
Dynamiczny			
Statyczny			

Odpowiedz na pytania:

1. Jakie są przyczyny wzrostu powrotu żylnego w wysiłkach dynamicznych?
……
2. Jakie są przyczyny zmniejszenia objętości wyrzutowej serca w wysiłkach statycznych?
……
……....
2. Jak zmienia się wielkość przepływu krwi przez pracujące mięśnie w wysiłkach dynamicznych i w wysiłkach statycznych, co jest przyczyną tych zmian?
……..……
……..……
……

Temat 7. Badanie tętna obwodowego

Ważnym elementem oceny pracy serca i sprężystości tętnic jest badanie fali tętna. Tętno jest to odkształcenie ścian tętnic wywołane przesuwaniem się fali ciśnieniowej, która powstaje w wyniku wyrzutu krwi z lewej komory serca do aorty. Prędkość rozchodzenia się fali tętna jest większa od prędkości przepływu krwi i wynosi od 3 do 40 m/s. Prędkość fali tętna zależy od średnicy i przebiegu tętnic oraz od budowy ściany tętnic.

Podczas badania tętna można określić następujące jego cechy:

- **częstotliwość** (częste – rzadkie); średnio ok. 70 na minutę, zależy od częstości skurczów serca,
- **miarowość** (miarowe – niemiarowe); zależy od miarowości skurczów serca,
- **wypełnienie** lub wysokość (wysokie – niskie); zależy od stopnia wypełnienia tętnicy krwią i sprężystości tętnic,
- **napięcie** lub twardość (twarde – miękkie); zależy od ciśnienia krwi i sprężystości ścian tętnic,
- **chybkość** (szybkie – leniwe); zależy od sprężystości tętnicy i ciśnienia fali tętna.

U dorosłych osób tętno bada się najczęściej na tętnicy promieniowej, rzadziej na tętnicy szyjnej zewnętrznej lub udowej. U dzieci poniżej 1 roku życia tętno bada się na tętnicy ramiennej.

Zadanie

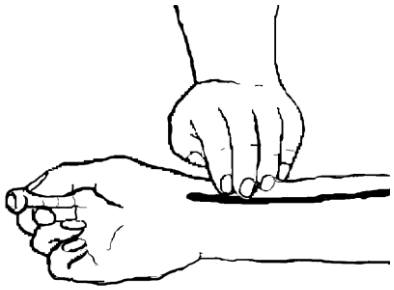
Zbadać częstotliwość i miarowość tętna na tętnicy promieniowej.
Zwrócić uwagę na inne cechy tętna.

Wykonanie

Do wykonania potrzebny jest stoper lub zegarek z sekundnikiem. Tętnica promieniowa, znajdująca się w szczelinie między kością promieniową, a ścięgnem zginaczy palców. Uciskając tętnicę opuszkami trzech środkowych palców (ryc.2) zbadać tętno w pozycji leżącej, stojącej i siedzącej w czasie:

- spokojnego oddychania,
- zatrzymania oddechu na minimum 30 s,
- hiperwentylacji.

Tętno można policzyć w ciągu: 1 minuty, 30 s lub 15 s. Należy pamiętać, że im krótszy czas pomiaru, tym większy jego błąd.



Ryc. 2. Sposób ułożenia palców do badania tętna na tętnicy promieniowej.

Wyniki wpisać do tabeli.

Imię i nazwisko Wiek

Pozycja ciała / Tętno	Częstotliwość na min	Miarowość tak - nie	Inne cechy tętna
Leżąca			
Stojąca			
Siedząca			
Siedząca – zatrzymanie oddechu			
Siedząca – hiperwentylacja			

Odpowiedz na pytania

1. Od jakich czynników zależy prędkość rozprzestrzeniania się fali tętna?
……
……

2. Jak i dlaczego u starszych ludzi zmienia się prędkość rozprzestrzeniania się fali tętna?
……
……
……

Temat 8. Pomiar ciśnienia tętniczego krwi metodą Korotkowa

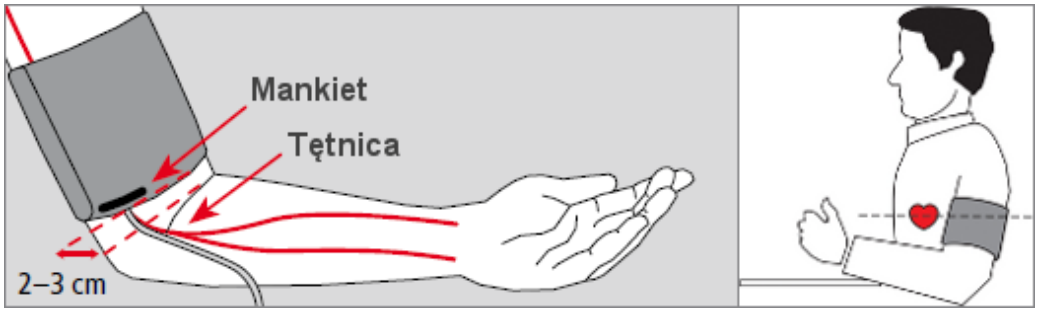
Ciśnienie tętnicze krwi to jeden z najważniejszych parametrów czynnościowych układu sercowo-naczyniowego. W warunkach fizjologicznych przepływ krwi przez tętnice ma charakter laminarny (ciągły) i jest bezgłośny. W chwili uciśnięcia tętnicy zmniejsza się jej średnica, prędkość krwi rośnie, a przepływ staje się burzliwy (nieciągły) i jest słyszalny. Jeśli wartość prędkości przekroczy wartość graniczną, ruch staje się nieuporządkowany - turbulentny. Pojawia się **ruch wirowy, który wywołuje drgania**, a przez to falę akustyczną możliwą do usłyszenia przez stetoskop. Zjawisko to wykorzystuje się do pomiaru ciśnienia tętniczego krwi metodą Korotkowa.

Zadanie 1.

Zmierzyć i ocenić ciśnienie tętnicze krwi skurczowe (systolic blood pressure - SBP) i rozkurczowe (diastolic blood pressure - DBP) na tętnicy ramieniowej w pozycji siedzącej, stojącej i leżącej.

Wykonanie

Pomiar ciśnienia przy pomocy sfigmomanometru i fonendoskopu wykonać w dwuosobowych grupach, w których każdy musi być badanym i badającym. Osoba badana powinna odsłonić ramię powyżej łokcia. Przy pomiarze w pozycji siedzącej badany powinien lekko zgiąć przedramię w stawie łokciowym i oprzeć je na stole (patrz ryc.3). Ciśnienie tętnicze należy mierzyć po ok. 5 minutach odpoczynku w badanej pozycji. Na ramię badanego założyć opróżniony mankiet sfigmomanometru tak, aby jego dolny brzeg znajdował się na wysokości 2-3 centymetrów powyżej zgięcia łokciowego, czyli na wysokości serca (ryc.3). Do zgięcia łokciowego lekko przyłożyć membranę fonendoskopu. Znaleźć tętno na tętnicy promieniowej. Następnie zamknąć zawór pompki i napompować mankiet, tak aby ciśnienie w mankiecie było o ok. 30 mmHg wyższe od spodziewanego ciśnienia skurczowego osoby badanej. Wzrost ciśnienia w mankiecie powyżej ciśnienia skurczowego powoduje ucisk na tętnicę ramieniową i zamyka jej światło. Powoduje to zatrzymanie przepływu krwi i zanik tętna na tętnicy promieniowej, co można ocenić przez równoczesne badanie tej tętnicy. Następnie, obserwując skalę manometru, delikatnie odkręcać zawór pompki i powoli wypuszczać powietrze z mankietu sfigmomanometru (2-3 mmHg na jedno uderzenie tętna lub na sekundę) słuchając pojawiających się odgłosów.

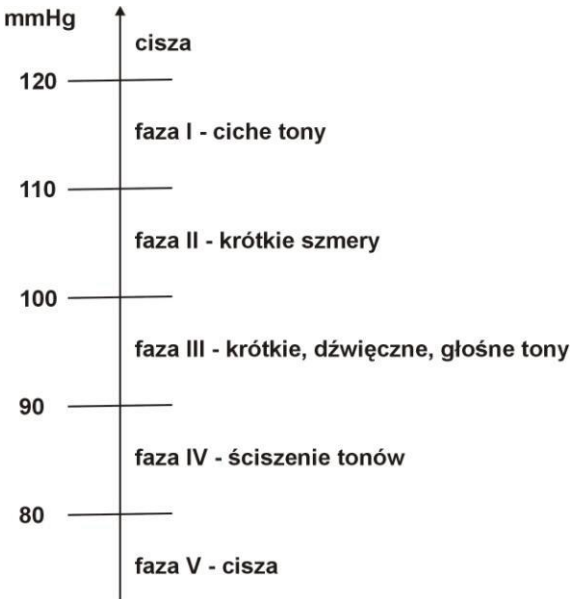


Ryc. 3. Prawidłowe ułożenie przedramienia i założenie mankietu sfigmomanometru na ramieniu w czasie pomiaru ciśnienia tętniczego krwi.

Kiedy ciśnienie w mankiecie będzie nieco niższe niż ciśnienie skurczowe osoby badanej, światło tętnicy w niewielkim stopniu otworzy się i krew na szczycie skurczu komory zacznie porcjami przepływać przez zwężoną tętnicę. Burzliwy przepływ krwi przez zwężoną tętnicę powoduje powstawanie dźwięków (**tonów Korotkowa**). Nadal należy wolno opróżniać mankiet. Kiedy ciśnienie w mankiecie zrówna się z ciśnieniem rozkurczowym, światło tętnicy uzyska swoją wstępną wielkość, przepływ stanie się znów laminarny, a tony Korotkowa przestaną być słyszalne.

W czasie wysłuchiwania tonów Korotkowa można wyróżnić 5 faz: (ryc. 4)

I faza – pojawianie się słabych tonów o charakterze stuków, których głośność stopniowo wzrasta w miarę upuszczania powietrza z mankietu,
II faza – tony przybierają charakter szmeru lub świstu,
III faza – tony stają się ”chropawe” a ich intensywność wzrasta,
IV faza – oznacza moment, gdy tony nagle ulegają ściszeniu, stają się miękkie, dmuchające, stłumione,
V faza – oznacza poziom ciśnienia, przy którym słyszy się ostatni ton, po którym następuje całkowite zniknięcie tonów (cisza).



Ryc. 4. Zjawiska dźwiękowe występujące podczas pomiaru ciśnienia tętniczego krwi metodą osłuchową.

UWAGA!

Nie wolno dopełniać mankietu powietrzem w trakcie jego opróżnienia.
Mankiet powinien być dostosowany do obwodu ramienia.
Skutkami niedopasowania wielkości mankietu może być:
- zawyżenie ciśnienia tętniczego o 20-30 mmHg, kiedy mankiet jest zbyt mały i niedostatecznie obejmuje ramię,
- zaniżenie ciśnienia tętniczego o 10-20 mmHg , kiedy mankiet jest zbyt duży i jest luźny.
Należy też unikać zbyt długiego ucisku ramienia, który powoduje lokalny zastój żylny i może zwiększyć ciśnienie skurczowe nawet o 30 mmHg, a rozkurczowe o 20 mmHg.

CIŚNIENIE SKURCZOWE notuje się po usłyszeniu dwóch następujących po sobie dźwięków, a ROZKURCZOWE, kiedy dźwięki przestają być całkowicie słyszalne.

Pomiar wykonać trzykrotnie i obliczyć średnią.
Wyniki wpisać do tabeli

Ciśnienie tętnicze krwi		Pozycja badanego		
		Siedząca	Stojąca	Leżąca
W lewej tętnicy ramie-niowej	mmHg Skurczowe (SBP)			
	mmHg Rozkurczowe (DBP)			
	mmHg Amplituda			
W prawej tętnicy ramie-niowej	mmHg Skurczowe (SBP)			
	mmHg Rozkurczowe (DBP)			
	mmHg Amplituda			

Zadanie 2.

Ocenić ciśnienie osoby badanej**.**

Tabela 1. Klasyfikacja ciśnienia tętniczego krwi według Standardów Postępowania w Chorobach Układu Krążenia Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego

Kategorie (dla osób powyżej 18 roku życia)	**Ciśnienie skurczowe**	**Ciśnienie rozkurczowe**
Optymalne	≤ 120 mmHg	≤ 80 mmHg
Prawidłowe	< 130 mmHg	< 85 mmHg
Wysokie prawidłowe	130-139 mmHg	85-89 mmHg
Nadciśnienie tętnicze	≥140 mmHg	≥ 90 mmHg

Ciśnienie tętnicze osoby badanej wynosi ……

Odpowiedz na pytanie

1. Wymień trzy najważniejsze czynniki, od których zależy wartość ciśnienia tętniczego krwi?

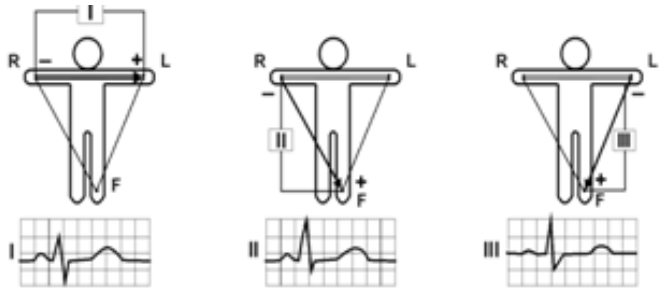
……..……..……..
……..……
……..……...

Temat 9. Rejestracja potencjałów czynnościowych serca i analiza wykresu EKG

Elektrokardiogram (EKG) jest to graficzny zapis elektrycznej czynności serca rejestrowany z powierzchni ciała. Standardowy elektrokardiogram wykonuje się w spoczynku z 12 odprowadzeń:

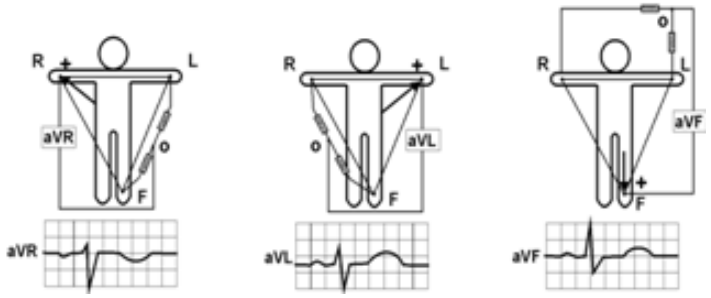
trzy odprowadzenia **kończynowe dwubiegunowe I, II, III**
trzy odprowadzenia **kończynowe jednobiegunowe aVR, aVL, aVF**
sześć odprowadzeń **przedsercowych jednobiegunowych V1 – V6**

Odprowadzenia kończynowe dwubiegunowe rejestrują różnicę potencjałów między elektrodami położonymi w trójkącie: prawe przedramię -lewe przedramię - lewe podudzie (ryc.5).



Ryc. 5. Schemat połączenia elektrod kończynowych dwubiegunowych.

Odprowadzenia kończynowe jednobiegunowe rejestrują różnicę potencjału pomiędzy elektrodą na jednej z kończyn (elektroda czynna) a elektrodą odniesienia, którą stanowią elektrody umieszczone na dwóch pozostałych kończynach (ryc.6).



Ryc. 6. Schemat połączenia elektrod kończynowych jednobiegunowych.

Odprowadzenia przedsercowe jednobiegunowe rejestrują zmiany potencjału pomiędzy elektrodami rozmieszczonymi na klatce piersiowej a elektroda odniesienia której potencjał jest bliski 0.

Zadanie 1.

Zapisać za pomocą elektrokardiografu krzywą EKG z trzech dwubiegunowych odprowadzeń kończynowych i sześciu jednobiegunowych odprowadzeń przedsercowych.

Wykonanie

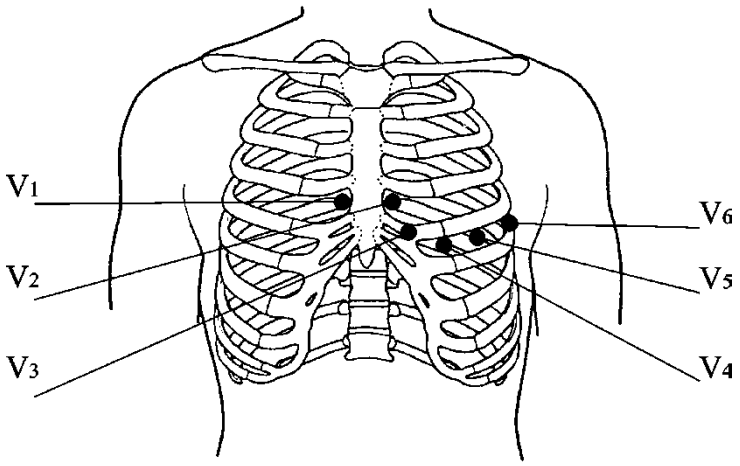
Badanie wykonać w pozycji leżącej. Zwrócić uwagę, aby kończyny górne badanego nie stykały się z tułowiem, a dolne ze sobą. Najpierw założyć elektrody do odprowadzeń kończynowych na przedramiona powyżej nadgarstków i na podudzia powyżej kostek według schematu:
elektroda **czerwona** – prawa ręka (RA)
elektroda **żółta** – lewa ręka (LA)
elektroda **zielona** – lewe podudzie (LF)
elektroda **czarna** – prawe podudzie (tzw. punkt odniesienia; ziemia)
W celu zmniejszenia oporu elektrycznego w miejscu założenia elektrod nałożyć żel do EKG. Przy jego braku pod elektrody podłożyć gaziki nasączone 0,9% NaCl lub wodą. Elektrody połączyć przewodami w różnych kolorach z elektrokardiografem. Następnie założyć elektrody ssawkowe do odprowadzeń przedsercowych w następujących miejscach na klatce piersiowej (ryc. 7):

odprowadzenie V1 w IV międzyżebrzu przy prawym brzegu mostka (elektroda czerwona)
odprowadzenie V2 w IV międzyżebrzu przy lewym brzegu mostka (elektroda żółta)
odprowadzenie V3 w połowie odległości między punktami V2 i V4 (elektroda zielona)
odprowadzenie V4 w V międzyżebrzu w linii środkowo-obojczykowej lewej (elektroda brązowa)

odprowadzenie V5 w V międzyżebrzu w linii pachowej przedniej
(elektroda czarna)
odprowadzenie V6 w V międzyżebrzu w linii pachowej środkowej lewej
(elektroda fioletowa).

Instrukcja połączeń elektrod z elektrokardiografem znajduje się przy aparacie.

Ustawić prędkość przesuwu papieru na **50** mm/s oraz wzmocnienie 1 mV = 1 cm (***standardowo zapis krzywej EKG wykonuje się przy przesuwie papieru 25 mm/s***). Zapisać wartość wychylenia pisaka od linii izoelektrycznej przy potencjale 1 mV (cechowanie zapisu). Po sprawdzeniu podłączenia elektrod, włączyć aparat i zapisać krzywą EKG. Po zakończeniu badania elektrody zdjąć i odłożyć na miejsce. Uzyskany zapis EKG podzielić między studentów w grupie.



Ryc. 7. Miejsca założenia elektrod przedsercowych (V1-V6) na klatce piersiowej.

Zadanie 2.

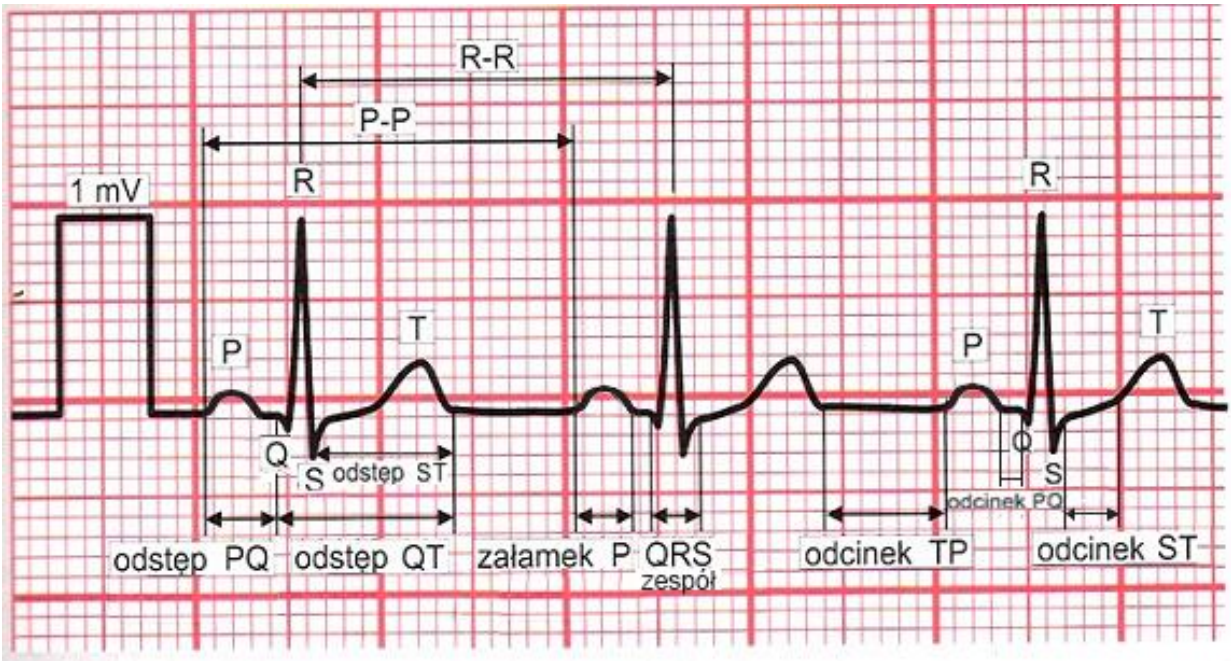
Dokonać analizy krzywej EKG na podstawie II odprowadzenia kończynowego.

Krzywa EKG składa się z linii izoelektrycznej, załamków, odcinków i odstępów (ryc. 8). Wychylenia ku górze (+) i ku dołowi (-) od linii izoelektrycznej na krzywej EKG nazywane są **załamkami** i oznaczane literami **P, Q, R, S i T.** Zgodnie z przyjętymi zasadami, jeżeli pierwsze wychylenie zespołu QRS jest skierowane ku dołowi, nazwane jest **załamkiem Q.** Pierwsze wychylenie ku górze nosi nazwę **załamka R**, bez względu na to czy poprzedza je załamek Q czy nie. Następujące po załamku R wychylenie ku dołowi nazywa się **załamkiem S.**

Wysokość załamków jest miarą różnic potencjałów czynnościowych pomiędzy poszczególnymi obszarami mięśnia sercowego i jest mierzona w miliwoltach (mV). Odległości pomiędzy załamkami na linii izoelektrycznej nazywane są **odcinkami**. Natomiast **odstępy** obejmują łączny czas trwania załamków i odcinków.

Rytm zatokowy jest prawidłowym, miarowym rytmem serca i pochodzi z węzła zatokowo-przedsionkowego, który z częstością 60-100 razy na minutę pobudza serce do skurczu. Cechą prawidłowego rytmu zatokowego jest obecność zawsze przed zespołem QRS dodatnich załamków P w odprowadzeniach II i III oraz ujemnych załamków P w odprowadzeniu aVR. Odstęp PQ (mierzony od początku załamka P do początku zespoły QRS) nie powinien być dłuższy niż 0,2 sekundy .

Cecha powinna być zaznaczona na każdym odcinku badania EKG (1 cm = 1 mV). Służy ona obiektywnym i porównywalnym pomiarom amplitudy załamków.



Ryc. 8. Schemat krzywej EKG w II odprowadzeniu kończynowym dwubiegunowym.

EKG	**przesuw papieru 25 mm/s**	**przesuw papieru 50 mm/s**
mała kratka (1 mm) =	**0,04 s = 40 ms**	**0,02 s = 20 ms**
duża kratka (5 mm) =	**0,2 s = 200 ms**	**0,1 s = 100 ms**
częstość pracy serca =	**300 : x dużych kratek R-R**	**600 : x dużych kratek R-R**
	Reguła 300	**Reguła 600**

x – długość odstępu R-R

Wykonanie

1. Obliczyć czas trwania wymienionych w tabeli załamków, odcinków i odstępów. Przy przesuwie papieru 50 mm/s
2. Obliczyć średnią długość trzech odstępów R-R, średni czas trwania odstępu R-R i częstość skurczów serca na minutę.

Przykład

Średnia długość odstępu R-R = 38 mm

Średni czas trwania odstępu R-R = 38 x 0,02s = 0,76 s (1 min = 60 sekund)

$$\textbf{Częstość skurczów serca} = \frac{60\ s}{X} = \frac{60\ s}{0{,}76\ s} = 79/min$$

gdzie X - średni czas trwania odstępu R-R w sekundach

Średnia długość odstępu R-R ……
Średni czas trwania odstępu R-R ……..
Częstość skurczów serca wynosi ……..

3. Obliczyć amplitudę załamków przyjmując, że **10 mm = 1 mV, 1mm = 0,1 mV**
4. Porównać kilka odstępów R-R , określić rytm serca oraz jego miarowość.

Wyniki wpisać do tabeli i porównać z wartościami prawidłowymi.

Imię i nazwisko wiek

	Czas trwania [s]	Amplituda [mV]	Wartości prawidłowe	
			Czas trwania (s)	Amplituda (mV)
Załamek P				
Odcinek PQ				
Odstęp PQ				
Zespół QRS				
Odcinek ST				
Załamek T				
Odstęp Q-T				
Odstęp R-R				

Rytm serca miarowy: TAK/NIE

Tabela 2. Charakterystyka prawidłowych załamków w odprowadzeniach kończynowych dwubiegunowych

Odprowadzenie	**Załamki**				
	P	**Q**	**R**	**S**	**T**
I	+	brak lub mały	dominujący	< R lub brak	+
II	+	brak lub mały	dominujący	< R lub brak	+
III	+, – lub +/–	brak lub mały	niedominujący	niedominujący	+, –/+, – lub płaski

Zadanie 3. Dokonać analizy krzywej EKG z odprowadzeń przedsercowych.

Odprowadzenia przedsercowe V_1 i V_2 odbierają prądy czynnościowe głównie z mięśnia prawej komory serca, odprowadzenia V_5 i V_6 z mięśnia komory lewej, zaś odprowadzenia V_3 i V_4 rejestrują przejście potencjału czynnościowego przez przegrodę międzykomorową. Prawidłowy zapis z poszczególnych odprowadzeń przedsercowych schematycznie przedstawia rycina 9. Odprowadzenia przedsercowe $V_1 – V_2$ charakteryzuje głęboki załamek S, który w kolejnych odprowadzeniach staje się coraz głębszy (S_1 , S_2, S_3). Natomiast załamek R jest mały i stopniowo narasta (R_1 R_2 R_3). Dla odprowadzeń $V_5 – V_6$ typowy jest wysoki załamek R oraz niski załamek S. W prawidłowym EKG amplituda załamka R w odprowadzeniu V_5 i V_6 nie powinna przekraczać **26 mm**, a suma załamka S w odprowadzeniu V_1 oraz R w odprowadzeniu V_6 nie powinna przekraczać **35 mm** (*wskaźnik Sokołowa*).

Wykonanie

1. Zmierzyć amplitudę załamków S oraz R w poszczególnych odprowadzeniach przedsercowych i obliczyć ją w mV (1 mV = 10 mm).
2. Obliczyć sumę załamka S w odprowadzeniu V_1 oraz R w odprowadzeniu V_6.
3. Sprawdzić, czy załamek P w poszczególnych odprowadzeniach przedsercowych jest dodatni, czy ujemny.
4. Sprawdzić, czy załamek T w poszczególnych odprowadzeniach jest dodatni, czy ujemny.

Wyniki wpisać do tabeli.

Odprowadzenie	Amplituda załamka [mV]		Załamek + / -	
	R	S	P	T
V_1				
V_2				
V_3				
V_4				
V_5				
V_6				

S V_1 + R V_6 = ……..
Prawidłowy zakres ……

RV_5 = …….. RV_6 = …….
Prawidłowy zakres ……

Tabela 3. Charakterystyka prawidłowych załamków w odprowadzeniach przedsercowych

Odpr.	**P**	**Q**	**R**	**S**	**T**
V1	–, +, +/– lub płaski	brak	< od S lub	dominujący	+, +/–, – lub płaski
V2	+, –, +/–	brak	< od S lub	dominujący	+, +/–, – lub płaski
V3	+	brak	< lub= S	>, < lub = R	+
V4	+	brak lub mały	> od S	< od R	+
V5	+	mały	dominujący	brak lub < od S w V_4	+
V6	+	mały	dominujący	brak lub < od S w V_5	+

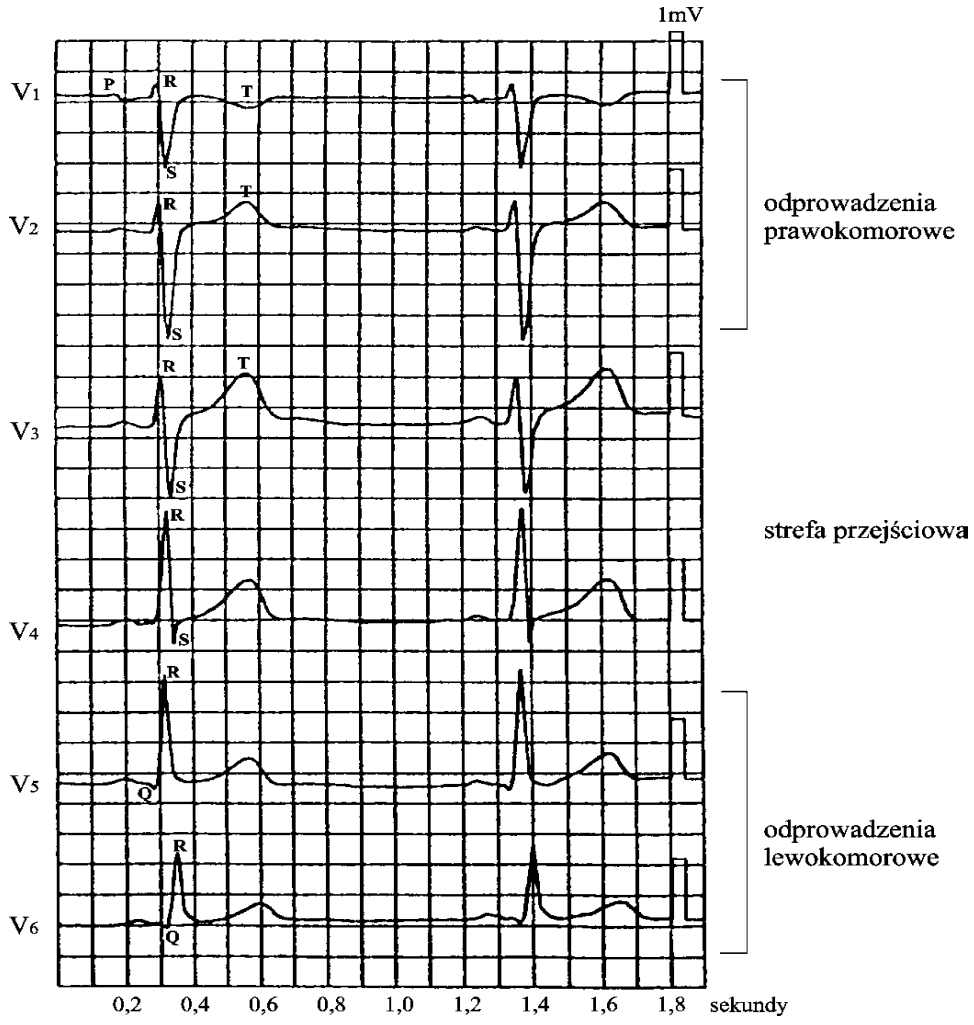
* +/- (dodatnio-ujemny), oznacza załamek dwufazowy
* mały **załamek Q** to załamek, którego czas trwania nie przekracza 0,04 s, a amplituda nie jest większa od ¼ załamka R
* załamek płaski to załamek w linii izoelektrycznej
* dominujący lub przeważający to znaczy, że w danym odprowadzeniu jest wyższy od innych załamków (najwyższy).

Tabela 4. Prawidłowe wartości napięcia, amplitudy i czasu trwania załamków, odcinków i odstępów na krzywej EKG w odprowadzeniach przedsercowych.

załamki	napięcie [mV]	amplituda [mm]	załamki odcinki odstępy	czasy trwania [s]
P	0,05-0,25	0,5-2,5	**Załamek P**	0,04-0,11
Q	0 -0,3	0 -3,0	**Odcinek PQ**	0,04-0,10
R	0,15- 2,0	1,5-20	**Odstęp P-Q**	0,12-0,20
S	0 -1,2	0 -12	**Zespół QRS**	0,06-0,10
T	0,2 - 0,7	2 -7	**Odcinek ST**	0,02-0,12
			Załamek T	0,12-0,16
			Odstęp Q-T	< 0,44
			Odstęp R-R	< 0,16

Odcinek ST w odprowadzeniach V1-V3 prawidłowo nie powinien przekraczać + 3mm, a w V4-V6 powinien znajdować się w linii izoelektrycznej.

Należy jednak pamiętać, że zmienność rytmu serca jest naturalna (podczas wdechu odstęp R-R jest krótszy, a podczas wydechu się wydłuża), a jej brak wskazuje na obniżoną aktywność układu przywspółczulnego. Poza wartościami poszczególnych parametrów należy również brać pod uwagę przebieg krzywej, wysokość załamków i ich kształt.



Ryc. 9. Prawidłowe krzywe EKG z odprowadzeń przedsercowych V1-V6.

Odpowiedz na pytania

1. W jaki sposób na podstawie zapisu EKG odróżnia się rytm serca miarowy od niemiarowego?
   ……...……
   ……...……...……
2. Z których odprowadzeń EKG odbiera się potencjały czynnościowe z prawej, a z których z lewej komory serca?
   ……...…
   ……...……
3. Jaki rytm serca określamy jako bradykardię, a jaki jako tachykardię?
   ……
   ……..……

Temat 10. Wpływ oddychania na częstość skurczów serca

Niemiarowość oddechowa jest zjawiskiem fizjologicznym. W fazie wdechu częstość skurczów serca (HR) zwiększa się, a w czasie wydechu zmniejsza. Niemiarowość oddechową można zarejestrować głównie u ludzi młodych, ponieważ to zjawisko zmniejsza się lub zanika z wiekiem, a także w sytuacjach, w których występuje zwiększenie częstości skurczów serca tj. w stanach emocjonalnych, podczas gorączki, czy w czasie wysiłku fizycznego. Zjawisko to jest wykorzystywane w teście głębokiego oddychania. Test ten zalicza się do najczulszych testów czynności nerwu błędnego. Na podstawie jego wyników oblicza się wskaźnik niemiarowości oddechowej (WNO).

$WNO = HR_1 - HR_2$

HR_1 = średnia częstość skurczów serca w czasie wdechu,
HR_2 = średnia częstość skurczów serca w czasie wydechu.

Skala oceny WNO:
$WNO \geq 15$ – prawidłowy
WNO = 11-14 – graniczny
$WNO \leq 10$ – nieprawidłowy

Zadanie 1.

Zapisać badanemu krzywą EKG z dwubiegunowych odprowadzeń kończynowych w pozycji leżącej. Obliczyć wskaźnik niemiarowości oddechowej na podstawie krzywej EKG z II odprowadzenia.

Wykonanie

Założyć badanemu elektrody do zapisu EKG z odprowadzeń kończynowych. Przed zapisem krzywej EKG badany powinien przećwiczyć wykonywanie głębokich, wolnych oddechów z częstością ok. 6 oddechów na minutę (wdech i wydech powinny trwać po ok. 5 s). W czasie oddychania muszą być wyraźnie widoczne ruchy klatki piersiowej. Następnie, w czasie takich głębokich i wolnych oddechów zapisać krzywą EKG. W trakcie zapisu zaznaczać początek każdego wdechu. Dla ułatwienia badany może sygnalizować początek każdego wdechu.

W trzech cyklach oddechowych obliczyć:

1. czas trwania odstępu R-R w czasie wdechu i wydechu, przyjmując, że przy prędkości przesuwu papieru 50mm/s: **1mm = 20 ms = 0,02 s**
2. częstość skurczów serca w czasie wdechu i wydechu.

HR = 60 s : czas trwania odstępu R-R (s)

3. różnicę między częstością skurczów serca podczas wdechu i wydechu
4. wskaźnik niemiarowości oddechowej, czyli średnią różnicę częstości skurczów serca podczas wdechu i wydechu.

Wyniki wpisać do tabeli.

	Cykl oddechowy					
	I		II		III	
	Wdech	Wydech	Wdech	Wydech	Wdech	Wydech
Czas trwania odstępu RR [s]						
Częstość skurczów serca/min						
Różnica						
Średnia różnica						

Wskaźnik niemiarowości oddechowej wynosi ……

Oceń wynik ……

Odpowiedz na pytania

1. Jak zmienia się ciśnienie w klatce piersiowej i powrót żylny w czasie wdechu?
   .....
   .....

2. Jaki jest mechanizm przyspieszenia częstości skurczów serca w czasie wdechu?
   .....
   .....
   .....

Temat 11. Wpływ hiperwentylacji na częstość skurczów serca i ciśnienie tętnicze krwi

Hiperwentylacja to głębokie i szybkie oddychanie. Podczas hiperwentylacji występuje przyspieszenie częstości skurczów serca i zwiększenie ciśnienia tętniczego krwi. W czasie hiperwentylacji nasila się pobudzenie układu współczulnego i działanie pompy mięśniowej (pracujące mięśnie oddechowe uciskają na żyły). Zwiększa się powrót żylny, rozciąganie przedsionków i pobudzenie receptorów przedsionkowych typu B, to wywołuje odruchowy wzrost częstości skurczów serca. Natomiast zwiększenie objętości późnorozkurczowej powoduje wzrost objętości wyrzutowej.

Zadanie

Obliczyć różnicę między częstością skurczów serca i ciśnieniem tętniczym krwi w spoczynku oraz w czasie hiperwentylacji.

Wykonanie

Badanie wykonać w pozycji siedzącej za pomocą elektrokardiografu z oprzyrządowaniem, sfigmomanometru i fonendoskopu. Badany musi wykonać kilka próbnych szybkich, głębokich oddechów. Następnie należy założyć mu elektrody do zapisu EKG z odprowadzeń kończynowych i mankiet sfigmomanometru na ramię. Zmierzyć ciśnienie tętnicze krwi i nie zdejmować z ramienia mankietu sfigmomanometru. Zapisać EKG w spoczynku i w czasie hiperwentylacji. Pod koniec hiperwentylacji zmierzyć ponownie ciśnienie tętnicze krwi. Na podstawie zapisu z II odprowadzenia EKG obliczyć częstość skurczów serca (patrz temat 9) w spoczynku i w czasie hiperwentylacji. Wyniki wpisać do tabeli.

	Czas trwania odstępu RR [s]	Częstość skurczów serca/min	Ciśnienie tętnicze krwi [mm Hg]
Spoczynek			
Hiperwentylacja			
Różnica			

Częstość skurczów serca w czasie hiperwentylacji jest większa od częstości skurczów serca w czasie spoczynku o .....

Odpowiedz na pytania

1. Dlaczego w czasie hiperwentylacji mogą wystąpić objawy niedotlenienia mózgu (zawroty głowy, mroczki przed oczyma, zaburzenia równowagi)?

……
……
……..

2. Wymień miejscowe czynniki, które rozkurczają mięśnie gładkie naczyń krwionośnych.

……
…….

3. Wymień miejscowe czynniki, które kurczą mięśnie gładkich naczyń krwionośnych.

……
……

Temat 12. Badanie echokardiograficzne przezklatkowe serca (film)

Echokardiografia (ultrasonografia serca, USG serca) jest to nieinwazyjna metoda badania, która umożliwia ocenę struktur serca oraz prędkość i kierunek przepływu krwi przez zastawki i duże naczynia krwionośne (hemodynamika). W metodzie tej poprzez zmianę ustawienia i kąta nachylenia wiązki fal ultradźwiękowych z powierzchni klatki piersiowej w jej głąb, uzyskuje się na ekranie obraz struktur serca powstały w wyniku odbicia tych fal. Sposób analizy powracającej fali jest cechą różnicującą poszczególne prezentacje echokardiograficzne.

Istnieje kilka rodzajów echokardiograficznego obrazowania czynności mechanicznej serca.

Echokardiografia jednowymiarowa (M-mode) pozwala na obrazowanie struktur serca tylko w jednej płaszczyźnie, przez co umożliwia uzyskanie tylko podstawowych parametrów charakteryzujących funkcję mięśnia serca w tym jego grubość i wielkość komór. Jest coraz rzadziej stosowana.

Echokardiografia dwuwymiarowa (2D) umożliwia w czasie realnym uzyskanie przestrzennego obrazu struktur pracującego serca zlokalizowanych w wybranej płaszczyźnie. Pozwala na monitorowanie i ocenę czynności serca, pomiary grubości ścian i wielkości jam serca oraz analizę ruchu zastawek, objętości wyrzutowej i kurczliwości mięśnia sercowego.

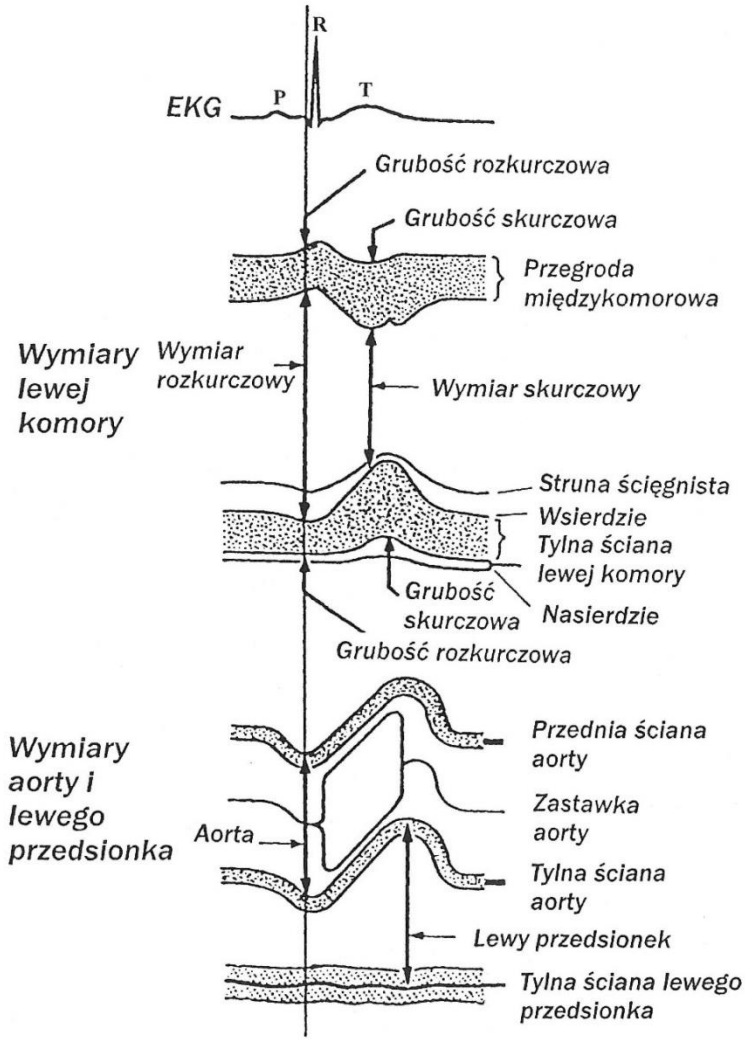
Nowoczesne techniki echokardiograficzne pozwalają również na uzyskanie rekonstrukcji trójwymiarowych badanych struktur. **Prezentacja trójwymiarowa ECHO 3D**, tworzy się w trzech płaszczyznach obrazów dwuwymiarowych w czasie rzeczywistym, co umożliwia szczegółową ocenę funkcji lewej komory.

Echokardiografia dopplerowska pozwala określić prędkość, kierunek i zawirowania przepływu krwi oraz ocenić gradient ciśnienia pomiędzy jamami serca i w dużych naczyniach krwionośnych. Zasada tego pomiaru polega na porównaniu częstotliwości fal ultradźwiękowych wysyłanych z głowicy i odbitych od znajdujących się w ruchu elementów morfotycznych krwi. W ultrasonografii dopplerowskiej **kodowanej kolorem** wykorzystuje się barwy dla oznaczania kierunków i prędkości fal ultradźwiękowych, np. kolor czerwony oznacza krew płynącą ku głowicy (do góry ekranu), a niebieski

płynącą w kierunku od głowicy (w dół ekranu). Kolory nakładane są na obrazy ultrasonograficzne 2D, co pozwala na szybsze zlokalizowanie miejsca i kierunku nieprawidłowego przepływu krwi, uwidacznia zwężenia lub niedomykalności zastawek oraz nieprawidłowe połączenia wewnątrz serca i dużych naczyń. Metody oparte na zjawisku Dopplera umożliwiają pełną ocenę hemodynamiczną.
Pełne badanie echokardiograficzne powinno zawierać ocenę morfologii i funkcji wszystkich jam serca, zastawek oraz wielkości naczyń ocenianych w wielu projekcjach.
Do standardowych projekcji stosowanych przy badaniu echokardiograficznym przezklatkowym należą:
- projekcje przymostkowa w osi długiej i w osi krótkiej
- projekcja koniuszkowa
- projekcje nadmostkowa i podmostkowa

Aby uzyskać dobry dostęp do projekcji echokardiograficznych pacjent w trakcie badania powinien znajdować się w pozycji leżącej, z tułowiem uniesionym pod kątem 30-45%. Przy położeniu na lewym boku z jednoczesnym uniesieniem kończyny górnej za głowę uzyskujemy dostęp do projekcji przymostkowych oraz koniuszkowych. W pozycji na plecach uzyskujemy projekcje nad- i podmostkowe.
Kolejność uzyskiwania projekcji jest dowolna. Zalecane jest wykonywanie badania z jednoczesną rejestracją EKG celem dokładniejszej identyfikacji fazy cyklu pracy serca. Na szczycie załamka R identyfikujemy fazę rozkurczu, a na ramieniu zstępującym załamka T fazę skurczu.
Badanie echokardiograficzne ma szerokie zastosowanie w diagnostyce chorób serca.

Na filmie pokazano badanie serca człowieka metodą echokardiografii dwuwymiarowej i echokardiografii dopplerowskiej kodowanej kolorem.



Ryc. 10. Schemat poszczególnych warstw serca uzyskany w wyniku odbicia fal ultradźwiękowych od poszczególnych struktur serca.

Zadanie

Podczas oglądania filmu zwrócić uwagę na:
- obraz i ocenę struktur pracującego serca w zależności od zastosowanej projekcji,
- wymiary grubości ścian i wielkości jam serca,
- obraz zastawek i charakter ich ruchu,
- korelację przebiegu zapisu EKG z zapisem skurczów serca,
- kierunek przepływu krwi przez zastawki w różnych fazach cyklu pracy serca,
- znaczenie kolorów w badaniu metodą ultrasonografii dopplerowskiej,
- sposób pomiaru gradientu ciśnień między jamami serca.

Odpowiedz na pytania

1. Jakie parametry serca można wyznaczyć przy pomocy echokardiografii 2D?
   .....
   .....
   .....
   .....

2. Która z metod badania ultrasonograficznego pozwala obliczyć wielkość frakcji wyrzutowej serca?
   .....
   .....
   .....
3. Jakie parametry czynnościowe serca pozwala ocenić echokardiografia dopplerowska?
   .....
   .....
   .....
   .....

4. Co oznaczają kolory w ultrasonografii dopplerowskiej?
   .....
   .....
   .....
5. Czym spowodowany jest dwufazowy ruch zastawek przedsionkowo-komorowych?

.....
.....
.....

PRACOWNIA FIZJOLOGII UKŁADU ODDECHOWEGO I POKARMOWEGO

Temat 1. 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: **TI** (czas wdechu), **TE** (czas wydechu), **TTOT** (czas trwania całego 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.

Parametry		**Kobieta**	**Mężczyzna**
Skrót	Pełna nazwa		
TI [s]			
TE [s]			
TTOT [s]			
TI/TE [%]			

Oceń wynik …….

Odpowiedz na pytania

1. Jakie mięśnie wdechowe uczestniczą w czasie spokojnego oddychania?
   ……..……..…
   ……...…….
2. Wymień mięśnie wydechowe. W jakich sytuacjach uczestniczą one w oddychaniu?
   ……..…
   …..……..

3. Jak zmienia się ciśnienie w klatce piersiowej w czasie wdechu?
   ……
   ……..……..……
4. W jakich sytuacjach dochodzi do znacznego wydłużenia fazy wydechu?
   …….....
   .....

Temat 2. 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 l/min.

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 minutowa [litry/min] = objętość oddechowa [litry] ……..x…… liczba oddechów /min.

Wyniki wpisać do tabeli.

Parametry	**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 3. 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 ExflowC pojawia 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.

Obliczyć minutową wentylację spoczynkową po sztucznym powiększeniu anatomicznej przestrzeni martwej i porównać z wentylacją w spoczynku (*patrz temat 2*).

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.

Parametry	% 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.
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
4. Co to jest wentylacja pęcherzykowa?. Czym różni się od wentylacji minutowej?
   ……
   ……
   ……..……..

Temat 4. 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 tętna rozpoczyna się po kilku sekundach, w tym czasie 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 zakończeniu chodu na bieżni należy odczytać tętno i zmierzyć ciśnienie tętnicze krwi. Badający kończy badanie przyciskiem „**czerwone kółko**". Do protokołu wpisać wyniki jednej wybranej osoby badanej.

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 u kobiety i u mężczyzny.

$$\textbf{Wentylacja minutowa} = \frac{\text{VET.SUM}}{3\ \text{min}}\ [\text{litry/minutę}]$$

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.
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
2. Jak dynamiczny wysiłek fizyczny wpływa na:
   ciśnienie tętnicze skurczowe …….....…...
   ciśnienie tętnicze rozkurczowe …….....
   częstość skurczów serca …….....……

Temat 5. Pomiar dowolnej maksymalnej wentylacji płuc (MVV)

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 pytanie

1. Zdefiniuj maksymalną dowolną wentylację płuc (MVV)?

……
……
……

Temat 6. Pomiar objętości i pojemności płuc. Spirometria

Spirometria tzw. statyczna to pomiar różnych pojemności i objętości płuc. Pojemności powietrza w płucach składają się z niepodzielnych objętości. Maksymalna ilość powietrza pobieranego podczas najgłębszego wdechu i wydychana z płuc przy najgłębszym wydechu to **pojemność życiowa płuc (VC).** **Pojemność życiowa płuc (VC)** składa się z 3 niepodzielnych objętości:

objętości oddechowej (**TV**), którą stanowi powietrze wydychane bez wysiłku po spokojnym wdechu;

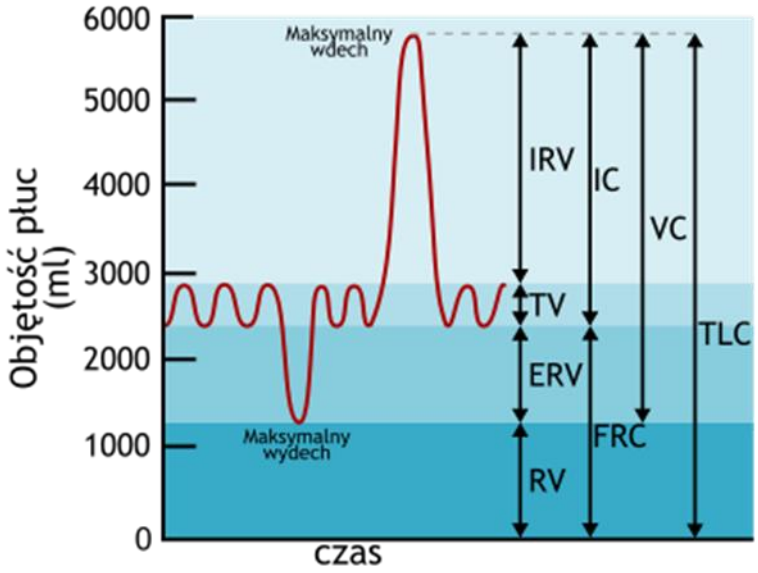
objętości zapasowej wdechowej (**IRV),** którą stanowi powietrze pobrane maksymalnie do płuc po spokojnym wdechu;

objętości zapasowej wydechowej (**ERV**), którą stanowi powietrze wydmuchane maksymalnie z płuc po spokojnym wydechu.

Po maksymalnym wydechu pozostaje w płucach powietrze, które stanowi **objętość zalegającą** (**RV)**. Suma pojemności życiowej i objętości zalegającej stanowi **całkowitą pojemność płuc** (**TLC).** U młodej kobiety o wzroście 175 cm wynosi ona ok. 4.2 litra, a u mężczyzny o tym samym wzroście ok. 6 litrów.

Całkowitą pojemność płuc (TLC) można podzielić także na **pojemność wdechową (IC) i pojemność zalegającą czynnościową (FRC).** Na **pojemność wdechową (IC)** składają się **objętość zapasowa wdechowa (IRV)** i **objętość oddechowa (TV). N**a **pojemność zalegającą czynnościową (FRC)** składają się **objętość zapasowa wydechowa (ERV)** i **objętość zalegająca (RV).**

Pomiar objętości i pojemności płuc służy do podstawowej oceny czynności układu oddechowego. Podział całkowitej pojemności płuc na mniejsze pojemności i niepodzielne objętości przedstawia ryc. 1.



A. **B.**

Ryc. 1. Podział całkowitej pojemności płuc (TLC). **A.** Spirograficzny zapis objętości i pojemności płuc. **B**. Statyczne objętości (Volume) i pojemności (Capacity). Nazwy wskaźników spirometrycznych zawarte są w tekście.

Zadanie

Przy użyciu spirometru zmierzyć objętości IRV, TV, ERV i pojemności VC, IC.

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 i płeć. Z menu programu należy wybrać badanie **Spirometria**. Pojawi się okno obsługi badania. Przyciskiem **„O”** wyzerować przetworniki.

Badany wkłada do ust sterylny ustnik połączony z głowicą pneumotachometru. Zaciska nos zaciskiem. Badający wybiera przycisk **START** w oknie obsługi badania i rozpoczyna badania. Badany oddycha swobodnie przynajmniej 10 oddechów. Po nich wykonuje głęboki wydech, a następnie maksymalnie głęboki wdech i wraca do spokojnego oddychania. Badanie to należy powtórzyć trzykrotnie u tej samej osoby. Badanie zakończyć przyciskiem **STOP**. Żeby uzyskać wynik badania (wykres i tabela), należy w oknie obsługi badania wcisnąć znak „**zielone drzwi**” i wydrukować wynik. Osoba badana otrzymuje spirogram. Na podstawie wydruku wpisać wyniki do tabeli.

Parametr	Lp.	**Kobiety**			**Mężczyźni**		
		Wynik	Wartość należna	% wartości należnej	Wynik	Wartość należna	% wartości należnej
VC [l]	1.						
	2.						
IC [l]	1.						
	2.						
IRV [l]	1.						
	2.						
TV [l]	1.						
	2.						
ERV [l]	1.						
	2.						

Odpowiedz na pytania

1. Ile wynosi całkowita pojemność płuc (TLC) u młodej osoby o wzroście 175 cm?
   Mężczyzna …….Kobieta ……..……..…….
2. Ilość powietrza usuniętego w czasie maksymalnego wydechu po maksymalnym wdechu nazywamy
   ……...skrót…….
3. Z jakich objętości składa się pojemność życiowa płuc?
   ……
4. Po wykonaniu spokojnego wydechu w płucach zawsze pozostaje
   ……..…….skrót…….……
5. Z jakich objętości składa się czynnościowa pojemność zalegająca?
   ……
6. Co oznaczają skróty
   IRV……..…….……
   TV…….……
   ERV……..……..
   RV……..…….
7. Dlaczego u młodych zdrowych ludzi objętość zalegająca (RV) jest mniejsza niż u osób starszych?
   ……...…….
   ……

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;

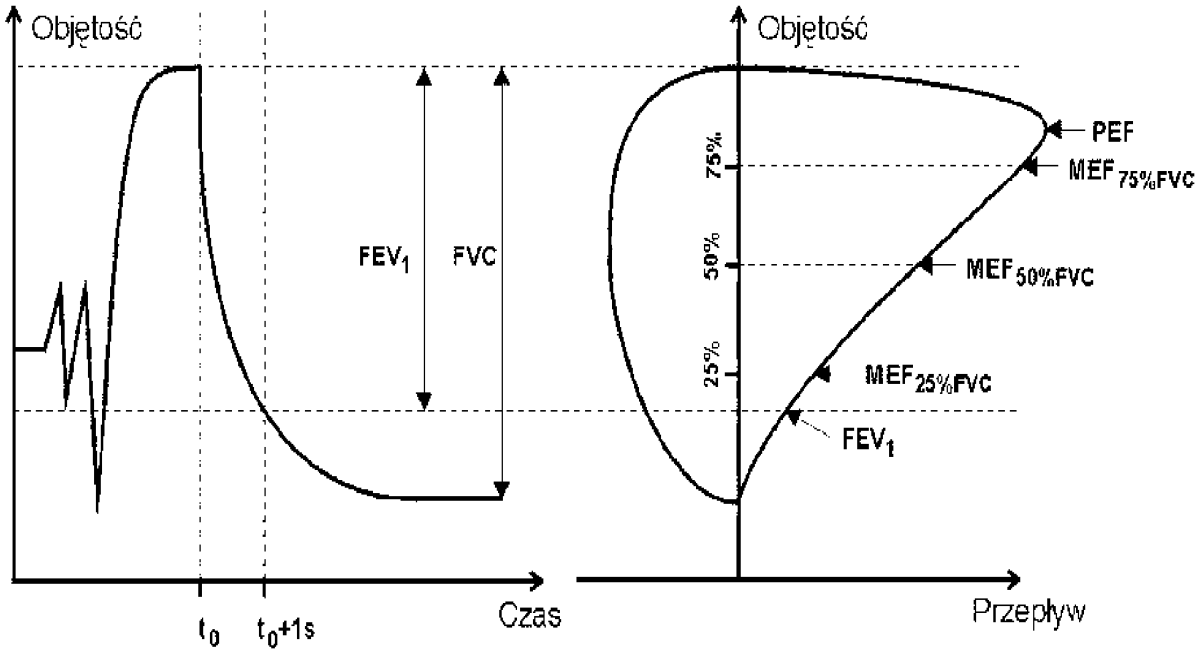
MEF_{25} - maksymalny przepływ wydechowy w momencie, gdy do końca natężonego wydechu pozostało jeszcze 25% VC;

MEF_{50} - maksymalny przepływ wydechowy w momencie gdy do końca natężonego wydechu pozostało jeszcze 50% VC;

MEF_{75} - maksymalny przepływ wydechowy w momencie gdy do końca natężonego wydechu pozostało jeszcze 75% VC;

FEV1%VC - stosunek ten określa jaki procent pojemności życiowej płuc badany usuwa w ciągu 1-szej sekundy natężonego wydechu. **Wskaźnik Tiffeneau** (ryc. 2).

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.



A. **B.**

Ryc.2. Porównanie krzywej forsownego wydechu rejestrowanego jako:

A. Zmiana objętości w funkcji czasu: krzywa objętość – czas,
B. Zmiana objętości w funkcji przepływu: krzywa objętość – przepływ.
Nazwy wskaźników spirometrycznych są zawarte w tekście.

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 głowicą 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.

Parametr	Lp.	Kobiety			Mężczyźni		
		Wynik badania	Wartość należna	% Wartości należnej	Wynik badania	Wartość należna	% Wartości należnej
FEV_1 [l]	1.						
	2.						
FVCEx [l]	1.						
	2.						
PEF [l/s]	1.						
	2.						
MEF_{75} [l/s]	1.						
	2.						
MEF_{50} [l/s]	1.						
	2.						
MEF_{25} [l/s]	1.						
	2.						
FEV_1%FVCEx [%]	1.						
	2.						

Prawidłowe wartości wskaźników spirometrycznych
(Choroby Wewnętrzne, A. Szczeklik).

VC, **FEV_1** ≥ 80% wartości należnej
FEV_1%VC ≥ 90% wartości należnej
PEF ≥ 80% wartości należnej
MEF_{75}, **MEF_{50}**, **MEF_{25}** ≥ 60% wartości należnej

Oceń wynik……..……
……

Odpowiedz na pytania

1. W jakim celu wykonuje się dynamiczne testy spirometryczne?
   ……
   ……
   ……..……
2. Zdefiniuj wskaźnik FEV_1
   ……..……..
   ……
   .....……
3. Co oznacza wskaźnik FEV_1 %FVC?
   ……
   ……..……
   ……..…….

4. Na czym polegają zmiany obturacyjne?
   ……....
   ……
5. Jak wpływa obturacja na:
   FEV_1 …….
   FEV_1%VC ……..
6. Co oznacza termin restrykcja płuc?
   ……
   ……

Temat 8. Pomiar szczytowego przepływu powietrza wydechowego (PEF)

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**) (ryc 3). Pomiar PEF należy przeprowadzić 3-krotnie u tej samej osoby.

Ryc. 3. Prawidłowe pozycje ustawienia miernika używanego do pomiaru PEF.

Wyniki wpisać do tabeli.

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

Tabela 1. 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	2 7 6
145	355	376	387	391	390	385	378	369	358	347	334	321	308	294	2 8 1
150	360	382	393	397	396	391	384	375	365	352	340	327	313	300	2 8 6
155	366	388	399	403	402	397	390	381	370	358	345	332	318	304	2 9 0
160	371	393	405	409	408	403	396	386	375	363	350	337	323	309	2 9 5
165	376	398	410	414	413	408	401	391	380	368	355	341	327	313	2 9 9
170	381	403	415	419	418	413	406	396	385	372	359	346	331	317	3 0 3
175	385	408	420	424	423	418	411	401	389	377	364	350	335	321	3 0 7
180	390	413	425	429	428	423	415	405	394	381	368	354	339	325	3 1 0
185	394	417	429	433	432	427	419	409	398	385	372	358	343	328	3 1 4
190	398	421	433	438	436	432	424	414	402	389	375	361	347	332	3 1 7

Tabela 2. 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. Test tolerancji glukozy

Prawidłowe stężenie glukozy we krwi włośniczkowej u zdrowych, dorosłych osób wynosi 55 – 100 mg/dl (3,1 – 5,6 mM/l). Do oceny zaburzeń metabolizmu glukozy stosowany jest doustny test tolerancji glukozy. Prawidłowo, po 30 min od wprowadzenia do organizmu 75 g glukozy, jej stężenie we krwi nie powinno przekroczyć 150 mg/dl (7,8 mM/l), a po godzinie powinno powrócić do wartości wyjściowych. Test ten ma zastosowanie w diagnostyce zaburzeń metabolizmu glukozy.

Zadanie

Oznaczyć stężenie glukozy we krwi obwodowej przed i po doustnym podaniu glukozy.

Wykonanie

Wybrać z grupy jedną osobę, będącą na czczo, jeżeli jest to możliwe. Przed wykonaniem każdego pomiaru badany musi dobrze umyć i wysuszyć ręce. Włączyć glukometr. Na dolnej części wyświetlacza pojawi się czas, data i symbol paska testowego. Kiedy w szczelinie dla paska testowego zaczyna migać czerwona dioda, należy włożyć pasek testowy pomarańczowym polem do góry. Po chwili na wyświetlaczu pojawia się symbol „**kropli krwi**". Aparat jest gotowy do pomiaru tylko **90 s od momentu włożenia paska pomiarowego**. Nakłuć opuszkę palca jednorazowym sterylnym bagnecikiem. Kiedy uformuje się kropla krwi, należy dotknąć nią pola paska testowego, tak aby krew całkowicie wypełniła okienko na pasku. Po kilku sekundach zostanie wyświetlony wynik. Po dokonaniu pierwszego pomiaru badany wypija roztwór glukozy (75 g rozpuszczone w 300 ml wody). W taki sam sposób należy oznaczyć stężenie glukozy po 30 i 60 minutach od wypicia roztworu glukozy. Wyniki wpisać do tabeli.

	Stężenie glukozy we krwi [mg/dl]	Stężenie glukozy we krwi [mmol/l]
Przed wypiciem glukozy		
30 min po wypiciu glukozy		
60 min po wypiciu glukozy		

Przeliczenie: 1 mg/dl x 0,055 = 1 mmol/l

Oceń wynik ……

Odpowiedz na pytania

1. Jakie hormony biorą udział w utrzymaniu stałego stężenia glukozy we krwi między posiłkami? Gdzie te hormony są produkowane i przez jakie komórki?
   ……
   ……
   ……
   ……
2. Jaki jest mechanizm obniżenia stężenia glukozy we krwi po posiłku?
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……

Temat 10. Pomiar lipidów we krwi

We krwi występują głównie triacyloglicerole fosfolipidy, cholesterol oraz wolne kwasy tłuszczowe. Lipidy pełnią w organizmie wiele istotnych funkcji. Stanowią ważne źródło energii, są elementami struktur komórkowych a cholesterol jest prekursorem hormonów steroidowych i kwasów żółciowych. Lipidy nie rozpuszczają się w wodzie, dlatego są transportowane pomiędzy przewodem pokarmowym, wątrobą i tkankami w połączeniu z białkami jako lipoproteiny. W zależności od rodzaju lipidów i białek, które je tworzą oraz zawartości w nich białka wyróżniamy kilka frakcji lipoprotein. Główne to:

Chylomikrony – powstają w enterocytach i transportują egzogenne triacyloglicerole do wątroby;

VLDL (*lipoproteiny o bardzo małej gęstości*), są syntetyzowane w wątrobie transportują triacyloglicerole z wątroby do tkanek;

LDL (*lipoproteiny o małej gęstości*), są syntetyzowane w wątrobie transportują cholesterol do tkanek

HDL (*lipoproteiny o dużej gęstości*), są syntetyzowane w wątrobie ale transportują cholesterol z tkanek do wątroby.

Oprócz wymienionych powyżej występują lipoproteiny o pośredniej gęstości (IDL), remnanty chylomikronów (resztkowe chylomikrony) i wiele subfrakcji lipoprotein powstających podczas metabolizmu lipidów.

Badanie laboratoryjne, które służy do określenia stężenia triacylogliceroli oraz cholesterolu we frakcjach LDL i HDL nazywane jest **lipidogramem**. Podwyższone stężenie cholesterolu we frakcji LDL a także triacylogliceroli ma istotne znaczenie w rozwoju miażdżycy naczyń krwionośnych i nadciśnienia tętniczego. Dlatego regularne kontrolowanie ich stężenia w surowicy ma olbrzymie znaczenie w profilaktyce i leczeniu chorób układu krążenia. Pełny lipidogram powinien być wykonany zawsze wtedy, gdy stężenie cholesterolu całkowitego wynosi powyżej 200 mg/dl.

Zadanie

Określić stężenie cholesterolu całkowitego (TC), triacylogliceroli (TG) oraz frakcji HDL i LDL cholesterolu.

Wykonanie

Wybrać z grupy jedną osobę, będącą na czczo, jeżeli jest to możliwe. Przed wykonaniem testu musi ona dobrze umyć i wysuszyć ręce. Włączyć aparat CardioChek i poczekać, aż zacznie migać czerwona dioda. Aparat jest gotowy do włożenia paska pomiarowego. Nakłuć opuszkę palca jednorazowym sterylnym bagnecikiem. Włożyć pasek testowy do urządzenia. Kiedy na wyświetlaczu urządzenia wyświetli się napis APPLAY SAMPLE, zebrać wypływającą krew plastikową pipetą i nanieść na pasek testowy tak, aby wypełniła całe okienko. Po minucie pojawi się na wyświetlaczu pierwszy wynik, następnie przyciskając oznakowany klawisz odczytać następne wyniki. Usunąć i wyrzucić zużyty pasek testowy. Aparat wyłącza się samoczynnie. Wyniki wpisać do tabeli.
UWAGA. Jeżeli aparat nie wyświetli wyniku pomiaru stężenia LDL-C należy go obliczyć z równania Firedewalda: **LDL-C [mg/l] = TC – (HDL-C) – (TG/5)**

	Wyniki		Ocena wyniku
	w mg/dl	w mmol/l	
Cholesterol całkowity (TC)			
HDL-cholesterol			
LDL-cholesterol			
Triacyloglicerol (TG)			
TC/HDL			
LDL/HDL			

Tabela 3. Współczynniki do przeliczania stężenia frakcji lipidowych z mg/ml na mmol/l.

Frakcja lipidowa	Współczynnik
Całkowity cholesterol	0,0259
HDL-Cholesterol	0,0259
LDL-Cholesterol	0,0259
Triacyloglicerole	0,0113

Tabela 4. Wartości referencyjne podstawowych frakcji lipidów we krwi zalecane przez Narodowy Instytut Zdrowia U.S.A. „Education Program 2001"

Całkowity cholesterol (TC)		
< 200 mg/dl		pożądany
200-239 mg/dl		graniczny
≥ 240mg/dl		wysoki
HDL-cholesterol		
< 40 mg/dl		niski
≥ 60 mg/dl		wysoki
LDL-cholesterol		
< 100 mg/dl		optymalny
100-129 mg/dl		pożądany
130-159 mg/dl		graniczny
160-189 mg/dl		wysoki
≥ 190 mg/dl		bardzo wysoki
Triacyloglicerol		
< 150 mg/dl		normalny
150-199 mg/dl		graniczny - wysoki
200-499 mg/dl		wysoki
≥ 500 mg/dl		bardzo wysoki
TC/HDL	**LDL/HDL**	
< 4,4	0,5-3,0	pożądany
4,5 - 11	3,0-6,0	graniczny
> 11	> 6,0	podwyższony

Odpowiedz na pytania

1. Gdzie powstają i jaką pełnią rolę chylomikrony?
   ……
   ……
2. Dlaczego frakcja lipidowa HDL jest określana jako tzw. „dobry cholesterol"?
   ……
   ……
3. Zwiększenie, której frakcji lipidowej zwiększa ryzyko miażdżycy naczyń i dlaczego?
   ……
   ……
   ……
   ……

Temat 11. Pomiar wysycenia hemoglobiny tlenem w naczyniach włosowatych i pomiar częstości skurczów serca. Pulsoksymetria

Pulsoksymetria to nieinwazyjna metoda badania stopnia utlenowania krwi i częstości skurczów serca. 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 pulsoksymetru. Badany siada. Badający zakłada mu na palec wskazujący ręki czujnik do 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
   ……
2. Ile mililitrów tlenu przenosi 1 gram hemoglobiny?
   ……
3. Dlaczego hemoglobina we krwi nie jest związana z tlenem w 100%?
   ……
   ……

Temat 12. A.D.A.M, Interactive Physiology, Digestive, Control of Digestive System (Kontrola czynności układu pokarmowego)

Układ pokarmowy obejmuje przewód pokarmowy (jama ustna, przełyk, żołądek, jelito cienkie i jelito grube) i połączone z nim gruczoły trawienne (ślinianki, trzustka i wątroba). Podstawową jego funkcją jest trawienie, wchłanianie oraz wydalanie. Zasadniczą rolę w kontroli jego działania pełni autonomiczny układ nerwowy i liczne hormony żołądkowo-jelitowe, które pobudzają gruczoły trawienne do wydzielania bogatych w enzymy soków trawiennych, a ponadto wpływają na zmiany aktywności motorycznej przewodu pokarmowego i dróg żółciowych. Zmiany te umożliwiają przesuwanie treści pokarmowej w kierunku obwodowym, mieszanie jej z sokami trawiennymi ułatwiając procesy trawienia i wchłaniania.

Zadanie

Zapoznać się z zadanym tematem, aby umieć wytłumaczyć mechanizmy funkcjonowania i kontroli przewodu pokarmowego.

Wykonanie

Należy odszukać przy pomocy przeglądarki stronę programu A.D.A.M. Interactive Physiology, wpisać dane umożliwiające zalogowanie, otworzyć rozdział Digestive, a następnie moduł Control of digestive system i odsłuchiwać oraz czytać kolejne plansze programu.

Terminy anglojęzyczne zostały wyszczególnione i przełożone na język polski w poniższym **Słowniczku:**

Autonomic nervous system (ANS) – autonomiczny układ nerwowy
Cephalic phase – faza głowowa
Effector organs – narządy efektorowe
Enteric nervous system – część jelitowa układu autonomicznego
Foodstuffs – artykuły spożywcze
Gastric phase – faza żołądkowa
Gastrointestinal system (GI) – przewód pokarmowy
Intestinal phase – faza jelitowa
Intestine – jelito
Mucosa – błona śluzowa
Myenteric plexus – splot mięśniowy
Neural reflex – odruch nerwowy
Neurotransmitters – neurotransmitery
Parasympathetic division of the autonomic nervous system – część przywspółczulna układu autonomicznego
Pelvic splanchnic nerves – nerwy trzewne miednicy
Perivertebral ganglia – zwoje okołokręgowe
Reflex – odruch
Somatic nervous system – somatyczny układ nerwowy
Stomach – żołądek
Submucosal plexus – splot podśluzówkowy
Vagus nerve – nerw błędny

Odpowiedz na pytania

1. Wymień i opisz fazy wydzielania soku żołądkowego ……..
……
……
……
……

2.Wymień główne hormony żołądkowo-jelitowe , miejsce wydzielania oraz ich wpływ na czynność motoryczną i wydzielniczą przewodu pokarmowego
…..……..……
……
……
……
……..

Temat 13. A.D.A.M, Interactive Physiology, Digestive, Motylity (Czynność motoryczna)

Przewód pokarmowy, z wyjątkiem gardła górnej części przełyku i zwieracza zewnętrznego (mięśnie szkieletowe), zbudowany jest z miocytów, które mają charakter trzewny.

Miocyty przewodu pokarmowego unerwione są przez neurony splotów ENS głównie splotu mięśniowego (Myenteric plexus) a te z kolei przez zewnętrzne neurony autonomiczne. Skurcze i zmiany napięcia warstw mięśniowych przewodu pokarmowego podlegają regulacji przez czynniki miogenne, neurogenne i humoralne. Podstawowym mechanizmem kontrolującym skurcze mięśniowe są wahania potencjału zwane podstawowym rytmem elektrycznym BER (basic electric rythm). BER sam nie wywołuje skurczów, ale wyznacza ich częstość, gdyż skurcze pojawiają się , gdy towarzysząca BER depolaryzacja osiągnie wartość progową i pojawiają się potencjały czynnościowe. Zasadnicze skurcze wstępujące w przewodzie pokarmowym to: skurcze perystaltyczne, zmiany napięcia, skurcze segmentowe.

Zadanie

Zapoznać się z zadanym tematem, aby umieć wytłumaczyć mechanizmy kontrolujące czynność motoryczną przewodu pokarmowego.

Wykonanie

Należy odszukać przy pomocy przeglądarki stronę programu A.D.A.M. Interactive Physiology, wpisać dane umożliwiające zalogowanie, otworzyć rozdział Digestive, a następnie moduł Motylity i odsłuchiwać oraz czytać kolejne plansze programu.
Terminy anglojęzyczne zostały wyszczególnione i przełożone na język polski w poniższym **Słowniczku:**

Bolus of food – kęs pokarmowy
Chewing – żucie
Chyme – treść pokarmowa
Colon – okrężnica
Contrations – skurcze
Dizziness – zawroty głowy
Drugs – leki
Duodenum – dwunastnica
Epiglottis – nagłośnia
Esophagus – przełyk
Fecal matter – fekalia
Forceful expulsion – gwałtowne wydalenie, usunięcie
Gastric juice – sok żołądkowy
Gastroileal reflex – odruch żołądkowo-krętniczy
Glottis – głośnia
Harm – szkoda , uszkodzenie
Ileum – jelito kręte
Intracranial pressure – ciśnienie śródczaszkowe
Jejunum – jelito czcze
Larynx – krtań
Lower esophageal sphincter – dolny zwieracz przełyku
Migrating motylity complex – wędrujący kompleks motoryczny MCM
Moistening – nawilżający
Noxious chemicals – szkodliwe substancje chemiczne
Pain – ból
Painful injuries – bolesne urazy
Peristalsis – perystaltyka
Pharynx – gardło
Plasticity – plastyczność
Saliva – ślina
Seasickness – choroba morska
Segmenting contractions – skurcze segmentowe
Stomach – żołądek
Swallow – połknąć
Terminal ileum – końcowy odcinek jelita krętego
Tongue – język
Toxins – toksyny
Trachea – tchawica
Unitary smooth muscle – jednostkowe mięśnie gładkie
Upper esophageal sphincter – górny zwieracz przełyku
Urogenital area – układ moczowo-płciowy
Vomit – wymiotować

Odpowiedz na pytania

1. Wymienić rodzaje skurczów jelitowych i opisz znaczenie każdego z nich
……
……
……
2. Podaj definicję podstawowego rytmu elektrycznego BER
……
……
……
……

Temat 14. A.D.A.M, Interactive Physiology, Digestive, Secretion (Czynność wydzielnicza)

Układ trawienny jest wyposażony w różne typy komórek gruczołowych , z których jedne wchodzą w skład nabłonka powierzchni błony śluzowej (np. komórki kubkowe).Inne tworzą cewki gruczołowe , położone w głębi błony śluzowej (np. gruczoły właściwe żołądkowe) lub w błonie podśluzowej (np. gruczoły dwunastnicze). A jeszcze inne znajdują się poza przewodem pokarmowym, stanowiąc komponent złożonych narządów gruczołowych (np. ślinianki, wątroba, trzustka).

Zadanie

Zapoznać się z zadanym tematem, aby umieć wytłumaczyć mechanizmy kontrolujące czynność wydzielniczą przewodu pokarmowego.

Wykonanie

Należy odszukać przy pomocy przeglądarki stronę programu A.D.A.M. Interactive Physiology, wpisać dane umożliwiające zalogowanie, otworzyć rozdział Digestive, a następnie moduł Secretion i odsłuchiwać oraz czytać kolejne plansze programu.
Terminy anglojęzyczne zostały wyszczególnione i przełożone na język polski w poniższym **Słowniczku:**

Acinar cells – komórki zrazikowe
Bile ducts – drogi żółciowe
Bile salts – sole kwasów żółciowych
Cerebellum – móżdżek
Cerebral cortex – kora mózgowa
Chief cells – komórki główne
Common hepatic duct – przewód wątrobowy wspólny
Cystis duct – przewód pęcherzykowy
Digestion – trawienie
Emulsified fat – zemulgowany tłuszcz
Exocrine cells – komórki zewnątrzwydzielnicze
Exocrine pancreas function – czynność zewnątrzwydzielnicza trzustki
Feces – kał
Gallblader – pęcherzyk żółciowy
Gastric glands – gruczoły wydzielnicze żołądka
Goblet cells – komórki kubkowe
Hepatic ducts – przewód wątrobowy
Hepatic portal vessels – naczynia wrotne wątroby
Hepato-pancreatic sphincter – zwieracz wątrobowo-trzustkowy
Ingested food – spożywany pokarm
Liver – wątroba
Lubrication – nawilżanie, smarowanie
Main pancreatic duct – główny przewód trzustkowy
Malabsorption – zaburzenia wchłaniania

Mucosal epithelium – nabłonek śluzówki
Mucus – śluz
Otic ganglion – zwój uszny
Pancreas – trzustka
Paracrine cells – komórki parakrynne
Parasympathetic system – układ przywspółczulny
Parietal cells – komórki okładzinowe
Parotid duct – przewód ślinianki przyusznej
Parotid gland – ślinianki przyuszne
Proteases – proteazy
Salivary glands – gruczoły ślinowe
Sublingual duct – przewód ślinianki podjęzykowej
Sublingual gland – ślinianki podjęzykowe
Submandibular duct – przewód ślinianki podżuchwowej
Submandibular ganglion – zwój podżuchwowy
Submandibular gland – ślinianki podżuchwowe
Superior cervical ganglion – zwój szyjny górny
Surface epithelium – nabłonek powierzchniowy
Sympathetic system – układ współczulny
Taste – smak
Thoracic cord – część piersiowa rdzenia kręgowego

Odpowiedz na pytania

1. Wymień główne enzymy trawienne, ich formy nieaktywne, ich substraty i produkty będące efektem ich działania
……
……
……
……
……
2. Wymień główne składniki soku trzustkowego oraz wyjaśnij mechanizmy jego wydzielania……..
……
……
……
……
…….

Temat 15. 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/m^2	niedowaga
20 – 24,9 kg/m^2	prawidłowa
25 – 29,9 kg/m^2	nadwaga
> 30 kg/m^2	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

$$\textbf{BMI = masa ciała (kg) / wzrost (m}^2\textbf{)}$$

Wyniki wpisać do tabeli.

	Płeć ……..	Wzrost ……..
Aktualna masa ciała (zmierzona) [kg]		
Należna masa ciała (wyliczona) [kg]		
BMI [kg/m^2]		

Oceń wynik

……

……

PRACOWNIA FIZJOLOGII UKŁADU NERWOWEGO I NARZĄDÓW ZMYSŁÓW

Temat 1. Badanie ostrości wzroku

Badanie ostrości wzroku pozwala na ocenę precyzji rozróżniania szczegółów obrazu. Parametr ten zależy od wielu czynników, takich jak sprawność układu optycznego oka, czynności siatkówki, dróg i ośrodków wzrokowych. Zgodnie z zasadą Snellena prawidłową ostrością wzroku nazywamy zdolność oka do rozróżnienia dwu punktów przy kącie patrzenia równym 1 minucie. Przy prawidłowej ostrości wzroku można odczytać cyfry w najniższym rzędzie tablicy Snellena z odległości 5 m (ostrość wynosi 1).

Zadanie

Określić ostrość wzroku (V) dla prawego i lewego oka za pomocą *tablic okulistycznych Snellena*.

Wykonanie

Badanie wykonać w dwuosobowych grupach. Osoba badana staje w odległości 5 m od tablicy, zasłania ręką jedno oko, a drugim okiem czyta podświetlane przez badającego cyfry, poczynając od rzędu najniższego. Jeśli badany nie potrafi odczytać cyfr tego rzędu, badający podświetla rzędy cyfr coraz wyżej, aż uzyska prawidłowy odczyt wszystkich cyfr. Podświetlanie rzędów znaków wykonuje się za pomocą pulpitu sterowniczego do tablic.

Obliczyć ostrość wzroku dla każdego oka osobno korzystając ze wzoru:

$$V = \frac{d}{D}$$

d – odległość osoby badanej od tablicy
D – odległość z jakiej osoba o prawidłowej ostrości wzroku powinna czytać dany rząd cyfr

V_L = …… V_P = …….

Oceń wynik ……

Odpowiedz na pytania

4. Które receptory wzroku uczestniczą w widzeniu plamkowym?
   .....
5. Na czym polega akomodacja oka i jaki wpływ ma na ostrość wzroku?
   .....
   .....
   .....

Temat 2. Badanie zdolności widzenia barw

Dzięki obecności w czopkach trzech rodzajów barwników wzrokowych, które pochłaniają promienie świetlne o różnej długości fali, a następnie złożonemu kodowaniu tej informacji przez komórki receptorowe w siatkówce, możliwe jest widzenie barwne. Badanie widzenia barwnego pozwala na ocenę czynności wszystkich rodzajów czopków. Opracowano wiele różnych metod badania zdolności widzenia barw. Jedną z nich jest badanie za pomocą tablic Ishihary.

Zadanie

Zbadać zdolność widzenia barw za pomocą *tablic Ishihary*.

Wykonanie

Badanie wykonać w dwuosobowych grupach. Badany i badający siadają naprzeciwko siebie w odległości 1 m. Badający pokazuje tablice Ishihary od 1 do 17, chwilę czeka aż badany odczyta cyfrę i zapisuje tę cyfrę w tabeli. Na tablicach od 18 do 24, poprowadzone są kolorowe szlaki, których początek i

koniec pokazuje znak X. Badany powinien prześledzić i pokazać przebieg szlaku barwnego na każdej tablicy. Po zapisaniu wszystkich wyników w tabeli ocenić czy badany prawidłowo rozpoznaje barwy. Za prawidłowe widzenie barwne uznaje się, jeśli badany rozpoznał minimum 13 znaków na tablicach Ishihary.

Numer	Cyfra na tablicy	Cyfra odczytana przez badanego
1	12	
2	8	
3	29	
4	5	
5	3	
6	15	
7	74	
8	6	
9	45	
10	5	
11	7	
12	16	
13	73	
14	-	
15	-	
16	26	
17	42	
18	X	
19	-	
20	X	
21	X	
22	X	
23	X	
24	X	

„X" – osoba badana **nie widzi** cyfry (Nr tab. 14, 15, 19)

„+" – osoba badana **prawidłowo** poprowadziła linię między iksami

„-" – osoba badana **nieprawidłowo** poprowadziła linię między iksami

Oceń widzenie barwne
……

Odpowiedz na pytanie

1. Na czym polega rozróżnianie barw?

……
……
……

Temat 3. Badanie szybkości adaptacji siatkówki do ciemności po olśnieniu

Narząd wzroku ma kilka mechanizmów adaptacyjnych w procesie odbierania wrażeń ze środowiska zewnętrznego służących optymalizacji procesu widzenia. Jednym z nich jest adaptacja siatkówki do światła i do ciemności, które umożliwia widzenie w różnych warunkach oświetlenia. Badanie szybkości adaptacji siatkówki do ciemności po olśnieniu ma szczególne znaczenie u kierowców pojazdów mechanicznych.

Zadanie

Wyznaczyć czas adaptacji do ciemności po olśnieniu dla czterech rodzajów znaków świetlnych za pomocą *Adaptometru*.

Wykonanie

Badanie wykonać w grupach dwuosobowych w zaciemnionym pokoju Badany siada z przodu aparatu i szczelnie przykłada twarz do gumowej obudowy wziernika. Ręce opiera na niebieskich przyciskach z boków aparatu. Należy wykonać dwie serie badań.

I seria. Badany programuje aparat przyciskami na tylnej ścianie tak, aby **CZAS OLŚNIENIA wynosił 1 sekundę** i **SIŁA ŚWIATŁA 500 luxów**. Badanie rozpocząć wciskając przycisk oznaczony **„O”,** a następnie przycisk **POCZ. BAD**. Badany powinien zobaczyć symbol **„O”** na ekranie we wnętrzu aparatu. Następnie badający wciska przycisk **START**, który na chwilę włącza oświetlenie we wnętrzu aparatu. Po zgaśnięciu światła badany stara się ponownie zobaczyć symbol **„O”** na ekranie i natychmiast po jego rozpoznaniu wciska niebieski przycisk z boku aparatu (prawy lub lewy w zależności od swojej ręczności). Od momentu zgaśnięcia lampy we wnętrzu aparatu, do momentu wciśnięcia przez badanego przycisku sygnalizującego, licznik Adaptometru mierzy czas adaptacji do ciemności po olśnieniu. Wynik wpisać do tabeli. Po skasowaniu wskazań licznika przyciskiem **KAS,** należy wybrać kolejny symbol, tj. **„+”** i wykonać badanie w identyczny sposób. Podobnie postępujemy programując wszystkie pozostałe symbole wyszczególnione w tabeli. **UWAGA**! Przed wykonaniem kolejnego badania należy skasować poprzednie wskazania licznika.

II seria. Zmienić ustawienia w aparacie: **CZAS OLŚNIENIA 8 sekund i SIŁA ŚWIATŁA 900 luxów**. Powtórzyć cały program dla wszystkich czterech symboli. Wyniki wpisać do tabeli.

Ostateczny wynik badania to łączny czas adaptacji do rozróżniania czterech testowanych znaków w różnych warunkach czasu olśnienia i siły światła.

Wyświetlany znak	Czas adaptacji [s]	
	Czas olśnienia: 1 s Siła światła: 500 lux	Czas olśnienia: 8 s Siła światła: 900 lux
O		
+		
Δ		
□		
Suma czasów		

Oceń adaptację po olśnieniu w zależności od czasu i natężenia światła padającego na siatkówkę

……
……

Odpowiedz na pytanie

1. Na czym polega adaptacja siatkówki do:
   światła……
   ……
   ciemności……
   …..……

Temat 4. Badanie widzenia stereoskopowego

Stereopsja, czyli widzenie głębi, zależy od stanu i czynności narządu wzroku, czynności ośrodków nerwowych scalających obrazy powstające w obydwu siatkówkach, a także od cech anatomicznych twarzy człowieka, szczególnie od rozstawu gałek ocznych. Jest także wynikiem doświadczenia i wyuczenia oglądania przestrzeni wokół siebie. Prawidłowa zdolność widzenia przestrzennego ma szczególne znaczenie przy wykonywaniu zawodu operatora ciężkiego sprzętu i kierowcy.

Zadanie

Wykonać 5 pomiarów stereopsji za pomocą *Stereometu poziomego*.

Wykonanie

Badanie wykonać w dwuosobowych grupach. Badany siada twarzą do wziernika stereometru na takiej wysokości, aby wziernik znajdował się na wprost oczu. Badający włącza oświetlenie wziernika, zakrywa klapkę wziernika, rozstawia dwa ruchome pręty na suwaku aparatu w skrajne położenia, a następnie podnosi klapkę wziernika. Badany patrząc przez wziernik powinien ustawić dwa skrajne pręty w jednej poziomej linii ze środkowym prętem bazowym. Do przesuwania ruchomych prętów służą dwa uchwyty na spodzie stereometru. Badający odczytuje w milimetrach odstęp od wartości „0" (pręta bazowego) na linijce pomiarowej. Test powtórzyć pięciokrotnie i wyniki wpisać do tabeli. Za prawidłowe widzenie stereoskopowe mierzone tym aparatem przyjmuje się zakres 0 – 5 mm.

L.p.	Lewy pręcik [mm]	Prawy pręcik [mm]
1		
2		
3		
4		
5		
Suma [mm]		

$$\textbf{S [mm]} = \frac{\text{Suma różnic dla lewego i prawego pręcika}}{10}$$

Oceń wynik badania

……
……

Odpowiedz na pytanie

1. Jak zmienia się ustawienie gałek ocznych przy patrzeniu na przedmioty:
   bliskie
   ……
   ……
   dalekie
   ……
   ……

Temat 5. Badanie słuchu za pomocą stroików: próba Rinnego i próba Webera

Fale dźwiękowe w warunkach fizjologicznych docierają do ucha wewnętrznego, drogą powietrzną przez przewód słuchowy zewnętrzny i ucho środkowe. Jednak kosteczki słuchowe ucha środkowego mogą zostać wprawione w drgania także za pośrednictwem kości czaszki. Wtedy powstały dźwięk jest przewodzony do ucha wewnętrznego drogą kostną z pominięciem kosteczek słuchowych. Próby stroikowe pozwalają zróżnicować obie drogi przewodzenia dźwięków. Za pomocą stroików można diagnozować dwa podstawowe rodzaje głuchoty tzn. głuchotę przewodzeniową i odbiorczą (nerwową).

Zadanie 1. Próba Rinnego

Określić czas przewodnictwa kostnego i powietrznego dla lewego i prawego ucha używając stroików o częstotliwości drgań 256 Hz i 512 Hz.

Wykonanie

Do wykonania oprócz stroików potrzebny jest stoper. Badanie wykonać w dwuosobowych grupach. Badający wzbudza stroik uderzając jego ramionami o drewniany klocek, przystawia drgający stroik do wyrostka sutkowatego kości skroniowej badanego i włącza stoper. Badany słyszy dźwięk stroika przewodzony drogą kostną. Sygnalizuje badającemu moment, gdy przestaje słyszeć dźwięk.

Badający musi zapamiętać w tym momencie czas mierzony na stoperze – jest to **czas przewodnictwa kostnego**. Następnie przystawia drgający jeszcze stroik w pobliże zewnętrznego przewodu słuchowego badanego. Teraz badany słyszy ten sam dźwięk drogą przewodnictwa powietrznego. W momencie, gdy przestaje go słyszeć, badający zatrzymuje stoper. Czas na stoperze jest **czasem przewodnictwa powietrznego.** Identycznie wykonać badanie dla drugiego ucha, a następnie powtórzyć procedurę używając stroika o innej częstotliwości drgań. Wyniki zapisać w tabeli. Stosunek czasu trwania przewodnictwa powietrznego do kostnego powinien mieć wartość większą od 1.

Ucho	Czas trwania przewodnictwa				Stosunek przewodnictwa powietrznego do kostnego	
	kostnego		powietrznego			
	256 Hz	512 Hz	256 Hz	512 Hz	256 Hz	512 Hz
Prawe						
Lewe						

Oceń wynik badania

……
……

Zadanie 2. Próba Webera

Porównać słyszalność dźwięku przewodzonego drogą kostną w lewym i prawym uchu w warunkach fizjologicznych oraz po zablokowaniu w jednym uchu przenoszenia dźwięków drogą powietrzną.

Wykonanie

Do wykonania potrzebny jest stroik. Badający opiera podstawę drgającego stroika na ciemieniu badanego, dokładnie w linii środkowej i porównuje sposób słyszenia dźwięku (czas słyszenia i głośność dźwięku) drogą **przewodnictwa kostnego** w obu uszach jednocześnie. W warunkach fizjologicznych powinien słyszeć ten dźwięk jednakowo. Następnie badany zakrywa szczelnie jedno ucho wacikiem aby wyeliminować przewodnictwo powietrzne w tym uchu i ponownie powtarza próbę stroikową – porównuje słyszenie tego samego dźwięku obydwojgiem uszu w warunkach eliminacji przewodnictwa powietrznego w zakrytym uchu. Badanie powtórzyć zakrywając drugie ucho. Wyniki zapisać w tabeli.

Warunki słyszenia	Czas [s] i sposób słyszenia (jednakowo/niejednakowo; głośniej/ciszej)	
	Ucho lewe	Ucho prawe
Fizjologiczne		
Zakryte ucho lewe		
Zakryte ucho prawe		

Oceń wynik badania

……
……

Odpowiedz na pytania

1. Jak wpływa przewodnictwo powietrzne na odbiór bodźców słuchowych drogą kostną?
   .....

2. Na czym polega głuchota:
   przewodzeniowa
   .....
   .....
   odbiorcza
   .....
   .....

Temat 6. Badanie czasu reakcji przy pomocy aparatu Cinemax

Badanie czasu reakcji (tzw. refleksu) jest elementem składowym kompleksowego badania zdolności psychoruchowych człowieka. Ma ono szerokie zastosowanie w ramach badań psychologicznych i kwalifikacji ludzi do zawodów, które wymagają dużej sprawności zmysłowo-ruchowej. W celu kompleksowego badania tych zdolności skonstruowano sterowany komputerowo zestaw *Cinemax*, z możliwością archiwizacji danych. W najbardziej ogólnym ujęciu czas reakcji będzie zależeć od możliwości człowieka w ramach jego fizjologii, od rodzaju i złożoności bodźca oraz od warunków środowiska.

Zadanie

Zbadać czas świadomej reakcji u jednej wybranej osoby przy użyciu zestawu *Cinemax*.

Wykonanie

Badanie wykonuje nauczyciel akademicki. Osoba badana zajmuje miejsce na fotelu *Cinemaxa,* a badająca siada przy komputerze. Po uruchomieniu komputera kliknąć program **WinPsycho**. Pojawia się tabelka **Przedstaw się**, której nie wypełnia się, a klika dwa razy **OK**. Otwiera się okno **Dane osobowe.** W górnym poziomym pasku narzędziowym tego okna wybrać **„+"** i w pustych polach kwestionariusza wpisać nazwisko i imię badanego, zaznaczyć płeć i w pole **PESEL** wpisać numer grupy dziekańskiej. Zatwierdzić dane przyciskiem **„√"**. Wyświetla się okno **Opis badań,** które też należy zatwierdzić przyciskiem **„√"**. Z dolnej zakładki tego okna wybrać **Lista. O**twiera się okno **Lista zarejestrowanych badanych**, gdzie należy zaznaczyć nazwisko osoby badanej, a następnie **Badania aparaturowe.** Na pasku powinno pojawić się nazwisko osoby badanej, a także uaktywnione przyciski w pionowej listwie narzędzi po lewej stronie ekranu: **Miernik czasu reakcji, Stereometr, Wirometr, Kinestezjometr**. Badający klika ikonę **Miernik czasu reakcji**. W ramach zakładki **Wyniki** pokazuje się okno **Miernik reakcji**, które jest panelem sterowania dla tego urządzenia. Badany bierze do ręki joystick, którym sygnalizuje (najszybciej jak potrafi) pojawienie się każdego kolejnego bodźca świetlnego, bądź dźwiękowego. Na wstępie badany powinien wykonać badanie treningowe. W tym czasie zaznaczone jest pole **Trening.** Badanie treningowe (bez kontroli czasu) zawiera tylko 10 bodźców i jest uruchamiane przyciskiem programu **Start-Stop**. Właściwe badanie (pod kontrolą czasu), na które składa się 50 bodźców uruchamia się tym samym przyciskiem **Start-Stop**. Na koniec, gdy wyświetlą się w tabeli wyniki, badający wciska czerwony przycisk **Koniec** w górnym prawym rogu okna. Po zakończeniu badania należy wybrać w oknie programu WinPsycho **Zestawienie wyników**, sprawdzić poprawność zapisanych w tabeli i wydrukować arkusz z wynikami. Badający kończy testy psychoruchowe klikając ikonę z czerwonym symbolem **Koniec** w lewym dolnym rogu pionowej listwy narzędzi programu WinPsycho.

Każdy student powinien wpisać uzyskane wyniki do zestawienia i ocenić zgodnie z zamieszczoną poniżej skalą

Ogólny średni czas reakcji……
Średni czas reakcji na bodźce wzrokowe…….
Średni czas reakcji na bodźce słuchowe……...

Skala oceny czasu świadomej reakcji (*Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie*).

Do 220 ms	- stopień X	- bardzo dobry
do 230 ms	- stopień IX	- bardzo dobry
do 240 ms	- stopień VIII	- dobry
do 250 ms	- stopień VII	- dobry
do 260 ms	- stopień VI	- zadowalający
do 270 ms	- stopień V	- zadowalający
Powyżej 270 ms	- stopień I-IV	- nieprawidłowy

Oceń wyniki badania

……..

Odpowiedz na pytanie

1. Jakie czynniki w ramach fizjologii człowieka mogą wpływać na czas jego reakcji na bodźce

……

……

Temat 7. A.D.A.M. Interactive Physiology, Nervous System II, Synaptic Transmission (Transmisja synaptyczna)

Informacje przekazywane są między neuronami za pośrednictwem synapsy nerwowo – nerwowej, między neuronem a komórką mięśnia szkieletowego za pośrednictwem synapsy nerwowo – mięśniowej i między komórką nerwową a komórką mięśnia gładkiego za pośrednictwem specjalnej konstrukcji nazywanej synapsą na przebiegu aksonu. Przekaz ten warunkowany jest wydzieleniem mediatora z błony presynaptycznej i jego związaniem przez odpowiedni receptor na błonie postsynaptycznej. Przekaz ten może być ukierunkowany lub nieukierunkowany, szybki lub wolny, a jego ostateczny efekt – pobudzający lub hamujący zależy od rodzaju receptora na błonie postsynaptycznej.

Zadanie

Zapoznać się z zadanym tematem, aby umieć zdefiniować i wytłumaczyć mechanizmy funkcjonowania wymienionych powyżej różnych rodzajów synaps.

Wykonanie

Należy odszukać przy pomocy przeglądarki stronę programu A.D.A.M. Interactive Physiology, wpisać dane umożliwiające zalogowanie, otworzyć rozdział Nervous system II, a następnie moduł Synaptic transmission i odsłuchiwać oraz czytać kolejne plansze programu.

Terminy anglojęzyczne zostały wyszczególnione i przełożone na język polski w poniższym **Słowniczku:**

Attentive arousal – wzmożone pobudzenie
Axon terminal – zakończenie aksonu
Bear – nosić, zawierać
Binding – wiązanie
Breakdown products – produkty rozpadu
Chain – łańcuch, sieć
Chemically gated ion channels – kanały jonowe bramkowane chemicznie
Decrease – zmniejszać
Effector organs – narządy efektorowe
Excitatory – pobudzające
Fuse – zlewać się
Heart rate – częstość skurczów serca
Increase - zwiększać
Inhibitory – hamujące
Mucosae – śluzówki

Neuromuscular junction – złącze nerwowo - mięśniowe
Permit – pozwolić, umożliwić
Repackaged – ponownie spakowane
Respiratory airways – drogi oddechowe
Serve – obsługiwać
Simplified version – uproszczona wersja
Smooth muscle – mięsień gładki
Stored – zmagazynowane
Strength of contraction – siła skurczu
Supply – zaopatrywać, zasilać
Synaptic cleft – szpara synaptyczna
Synaptic current – prąd synaptyczny
Synaptic vesicle – pęcherzyk neurosekrecyjny
Ultimately – ostatecznie
Voltage gated channels – kanały bramkowane napięciem
Wakefulness – czuwanie

Odpowiedz na pytania

1.Na czym polega i gdzie występuje wolny i szybki przekaz informacji w synapsie……
……
……
2.Wymień mediatory przedzwojowe i zazwojowe układu autonomicznego oraz receptory dla tych mediatorów w docelowych narządach obwodowych……
……
……

Temat 8. A.D.A.M. Interactive Physiology, Muscular system, The Neuromuscular Junction (Złącze nerwowo – mięśniowe)

U podstaw skurczu mięśnia szkieletowego leży skurcz jego pojedynczych miocytów a każdy miocyt otrzymuje impuls pobudzający z odgałęzienia aksonu odpowiedniego motoneuronu poprzez synapsę nerwowo – mięśniową. Włókno nerwowe wraz ze wszystkimi unerwianymi przez siebie miocytami tworzy fizjologiczną jednostkę ruchową nazywaną też jednostką motoryczną. W przekazie informacji w synapsie, a następnie w przekazie informacji na elementy kurczliwe w komórce mięśniowej uczestniczą jony Ca^{+2}. Procesy z ich udziałem to sprzężenie elektro – wydzielnicze i elektro – mechaniczne.

Zadanie

Zapoznać się z zadanym tematem, aby umieć zdefiniować i wytłumaczyć wymienione powyżej mechanizmy.

Wykonanie

Należy odszukać przy pomocy przeglądarki stronę programu A.D.A.M. Interactive Physiology, wpisać dane umożliwiające zalogowanie, otworzyć rozdział Muscular system, a następnie moduł The neuromuscular junction i odsłuchiwać oraz czytać kolejne plansze programu.
Terminy anglojęzyczne zostały wyszczególnione i przełożone na język polski w poniższym **Słowniczku:**
Break down – rozkładać
Brief period – krótki czas
Contraction – skurcz
Diffuse away – odczepiać się
Efflux – wypłynięcie
Endomysium – śródmięsna
Fuse – zlewać się
Insulated – izolowany

Motor end plate – płytka motoryczna
Motor neuron – neuron ruchowy
Permit an influx – umożliwiać dostanie się do wnętrza, wpłynięcie
Propagate – rozprzestrzeniać się
Receptor site – miejsce receptorowe
Resting membrane potential – potencjał spoczynkowy błony
Sarcoplasmic reticulum – retikulum sarkoplazmatyczne
T tubules – cewki poprzeczne T
Terminal cisternae – zbiorniki końcowe
Trigger – uruchamiać, inicjować

Odpowiedz na pytania
1.Na czym polega sprzężenie elektro – wydzielnicze w synapsie nerwowo – mięśniowej……
…….
…….
2.Na czym polega sprzężenie elektro – mechaniczne w synapsie nerwowo – mięśniowej……
…….
…….

Temat 9. A.D.A.M. Interactive Physiology, Muscular system, Contraction of Whole Muscle (Skurcz całego mięśnia)

W ramach pojedynczego skurczu mięśnia można wyróżnić trzy fazy: okres latencji, skurczu i rozkurczu. W zależności od tego, jakie zadanie ma wykonać kurczący się mięsień rozwija on określoną siłę skurczu. Siła skurczu mięśnia szkieletowego zależy od siły (częstotliwości) drażnienia, od liczby pobudzonych jednostek motorycznych, a także od stopnia rozciągnięcia mięśnia przed skurczem.

Zadanie

Zapoznać się z zadanym tematem, aby umieć zdefiniować wymienione powyżej procesy, a także wytłumaczyć wymienione wyżej zależności.

Wykonanie

Należy odszukać przy pomocy przeglądarki stronę programu A.D.A.M. Interactive Physiology, wpisać dane umożliwiające zalogowanie, otworzyć rozdział Muscular system, a następnie moduł Contraction of whole muscle i odsłuchiwać oraz czytać kolejne plansze programu.
Terminy anglojęzyczne zostały wyszczególnione i przełożone na język polski w poniższym **Słowniczku:**
Abundant – obfity, liczny, bogaty
Assumption – założenie, przypuszczenie
Availability – dostępność
Binding sites – miejsca wiążące
Bony attachment – przyczep do kości
Complete tetanus – skurcz tężcowy zupełny
Confirm – potwierdzać
Congestive heart failure – zastoinowa niewydolność serca
Considerable – znaczny
Cross brigdes – mostki poprzeczne
Efficiency – wydajność, efektywność
Elongate – wydłużać się
Equal – taki sam, równy z
Fast-twitch fibers – włókna szybko kurczące się
Fatigue – zmęczenie
Gradually – stopniowo
Incomplete tetanus - skurcz tężcowy niezupełny
Interval – przerwa

Isometric contraction – skurcz izometryczny
Length-tension relationship – zależność między długością, a napięciem
Level of workload – poziom obciążenia pracą
Motor unit – jednostka motoryczna
Muscle tension – napięcie mięśnia
Muscle twitch – skurcz pojedynczy mięśnia
Myosin cross bridge cycling – wiązanie mostka poprzecznego miozyny – cykl mostka poprzecznego miozyny
Overlapping – zachodzące na siebie
Recruitment – rekrutacja
Relaxation – rozkurcz
Repeatedly – ciągle, w sposób powtarzający się
Sliding filament theory – ślizgowa teoria skurczu
Slow-twitch fibers – włókna wolno kurczące się
Strength – siła
Stretch – rozciągnięcie
Subthreshold – podprogowy
Sufficient – odpowiedni, wystarczający
Temporal summation – sumowanie czasowe
Thigh – udo
Threshold – próg
Tracing – rysunek przebiegu
Treppe – schodkowanie
Weak – słaby

Odpowiedz na pytania

1.Wyjaśnij dlaczego wzrost częstotliwości drażnienia mięśnia powoduje zwiększenie siły jego skurczu……..
……...
2.Wytłumacz podstawy zależności między długością mięśnia przed skurczem, a siłą jego skurczu……..
……...
……...

Temat 10. Badanie progu czucia temperatury i progu czucia bólu wywołanego temperaturą

Badanie polega na pomiarze ilościowym progów odczuwania ciepła, zimna i bólu wywołanego ciepłem i zimnem oraz na porównaniu ich z wartościami prawidłowymi. Wykonuje się je w celu oceny funkcji nerwów obwodowych. Odchylenie od prawidłowego zakresu może wskazywać na występowanie neuropatii obwodowej. Najczęściej mamy do czynienia z cukrzycową dystalną polineuropatią czuciowo – ruchową.

Zadanie

Wyznaczyć próg czucia temperatury dla zimna i ciepła oraz próg odczuwania bólu wywołanego zimnem i gorącem dla dwóch kontralateralnych wybranych okolic ciała i porównać wyniki. Można wykonać to badanie w wersji skróconej – dla jednej wybranej okolicy ciała. Należy posłużyć się urządzeniem Analizator TSA II.

Umożliwia on pomiar wartości progowych czucia temperatury w czterech trybach:

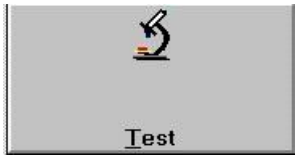
- Czucie ciepła (WS – Warm sensation)
- Czucie zimna (CS- Cold sensation)
- Ból wywołany gorącem (HP – Hot pain)
- Ból wywołany zimnem (CP – Cold pain)

W zestawie Analizatora TSA II znajdują się:

- Analizator TSA II
- Komputer z zainstalowanym programem WinTSA do obsługi Analizatora TSA II
- Zespół przycisków odpowiedzi Pacjenta (Mysz)
- Termoelement

Wykonanie

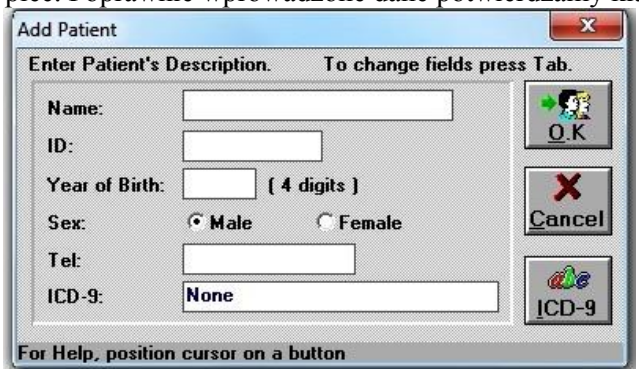
1. Na wstępie włączamy Analizator TSA II klawiszem z prawej strony obudowy analizatora, potem włączamy komputer i logujemy się na konto „Student”.
2. Uruchomić program WinTSA – pojawi się okno programu WinTSA oraz komunikat o inicjacji systemu (w języku angielskim). Po ok. 30 sekundach przygotowania system jest gotowy do pracy.



3. Aby rozpocząć należy kliknąć przycisk TEST w oknie programu. Pojawi się okno z danymi pacjentów. Aby dodać nowego pacjenta – należy kliknąć klawisz ADD

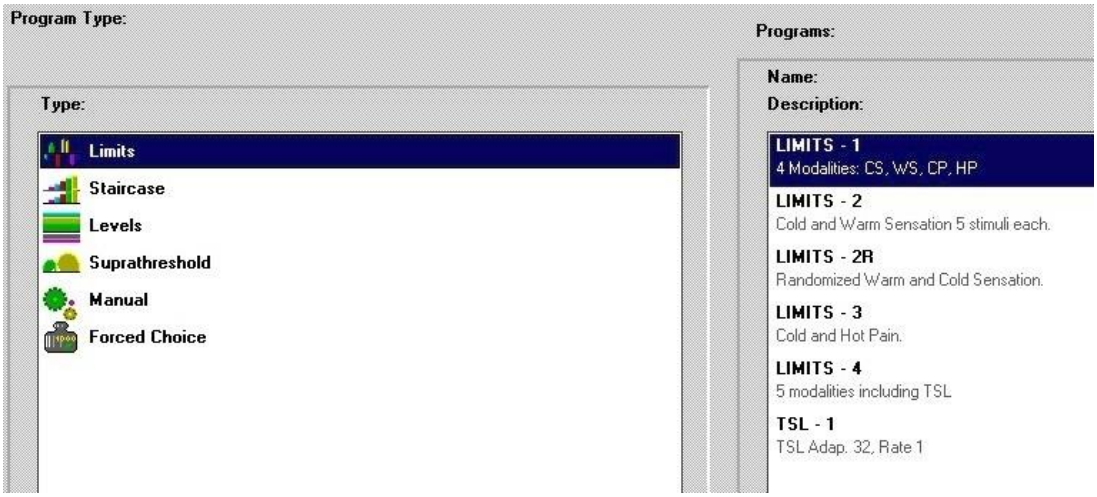
w prawym górnym rogu ekranu.

4. W otwartym oknie Add Patient należy podać dane wprowadzanego pacjenta: Imię Nazwisko, Rok urodzenia oraz płeć. Poprawnie wprowadzone dane potwierdzamy klawiszem OK.

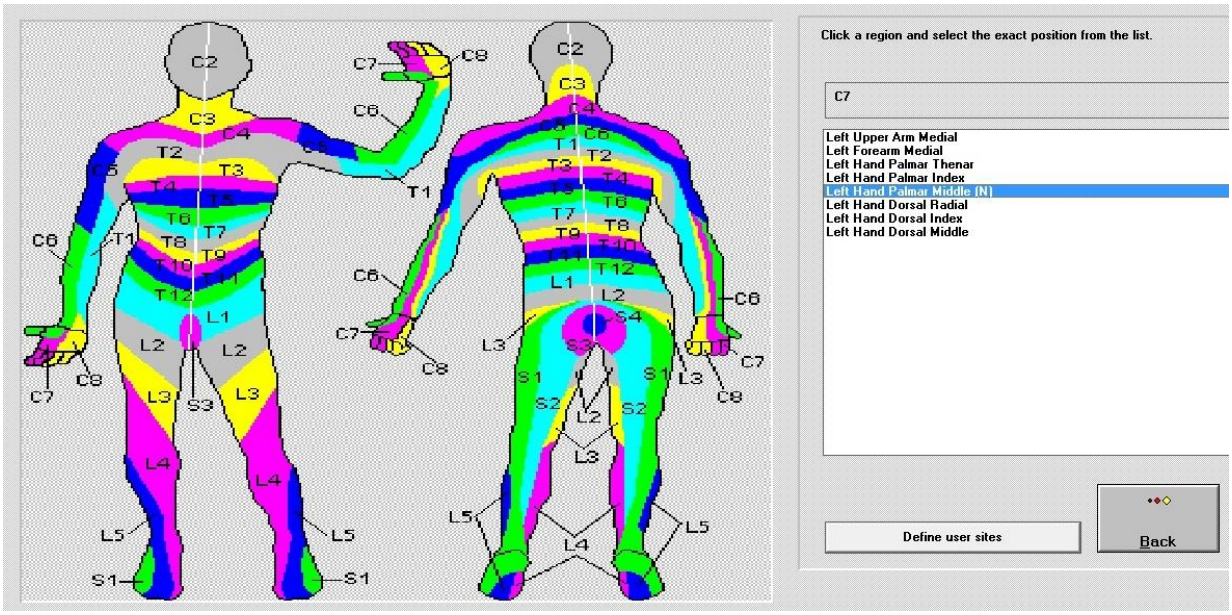


5. Klikamy klawisz CONTINUE.

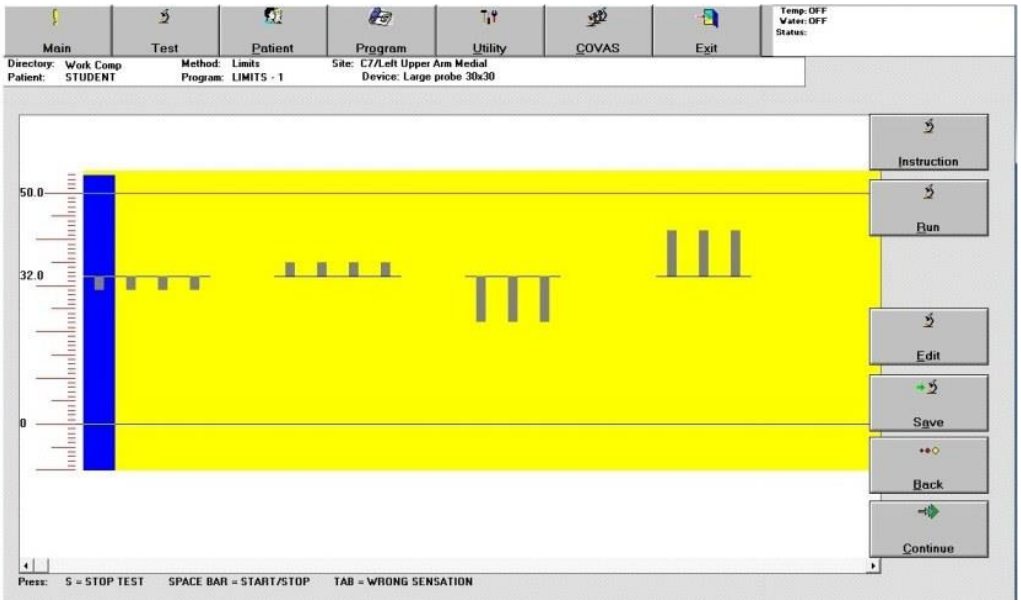
Program wyświetli dane wprowadzonego pacjenta w nowym oknie. Zatwierdzamy jeszcze raz klawiszem CONTINUE.
6. Przechodzimy do okna z wyborem metod badania:



Wybieramy metodę badania LIMITS oraz Program: LIMITS – 1 (CS,WS,HP,CP). Zatwierdzamy przyciskiem CONTINUE.
7. Wyświetlony został obraz ciała podzielony na obszary. Należy kliknąć obszar, w którym przeprowadzone ma zostać badanie i wybrać konkretne miejsce – Wybieramy Obszar C7 oraz miejsce badania – Left Hand Palmar Middle (Zewnętrzny środek lewej dłoni). Zatwierdzamy CONTINUE.



8. Pojawiło się okno badania:

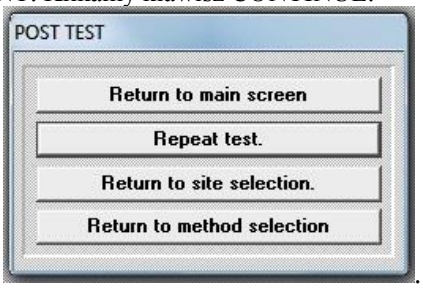


W oknie badania widoczne są szare słupki – reprezentują one poszczególne bodźce. Pierwsze cztery krótkie słupki przedstawiają bodźce do badania progu czucia zimna, kolejne cztery – progu czucia ciepła, pierwsze trzy długie słupki – bólu wywołanego zimnem (0°C) i ostatnie trzy długie słupki – bólu wywołanego ciepłem (50°C). Rzeczywiste bodźce są następnie przedstawiane w kolorach: czerwonym (ciepło) i niebieskim (zimno).

9. Należy teraz przymocować termoelement do ciała pacjenta w ustalonym wcześniej miejscu. **Nie stosować żadnych substancji w miejscu kontaktu termoelementu ze skórą!** Termoelement należy przyłożyć tak, aby metalowa płytka przylegała jak najlepiej do skóry i zamocować paskiem. Pacjent nie powinien widzieć ekranu monitora.
10. W badaniu progu czucia temperatury pacjent naciska dowolny przycisk na myszy komputera **natychmiast** po odczuciu zmiany temperatury. Badanie progu czucia temperatury powtarzane jest czterokrotnie dla czucia zimna oraz czterokrotnie dla czucia ciepła.
    W badaniu progu czucia bólu pacjent naciska dowolny przycisk na myszy **dopiero po odczuciu dyskomfortu/bólu**. Badanie progu czucia bólu powtarzane jest trzykrotnie dla czucia bólu wywołanego zimnem oraz trzykrotnie dla czucia bólu wywołanego gorącem.
11. Badanie rozpoczynamy wciskając klawisz RUN

lub SPACJĘ. Badanie można przerwać w dowolnym momencie klawiszem **S.**
12. Po zakończeniu badania proszę nacisnąć przycisk SAVE

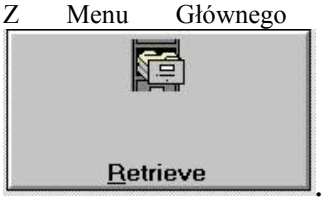
w celu zapisania wyników na dysku komputera. Program zapyta o hasło: STUDENT. Klikamy klawisz CONTINUE.



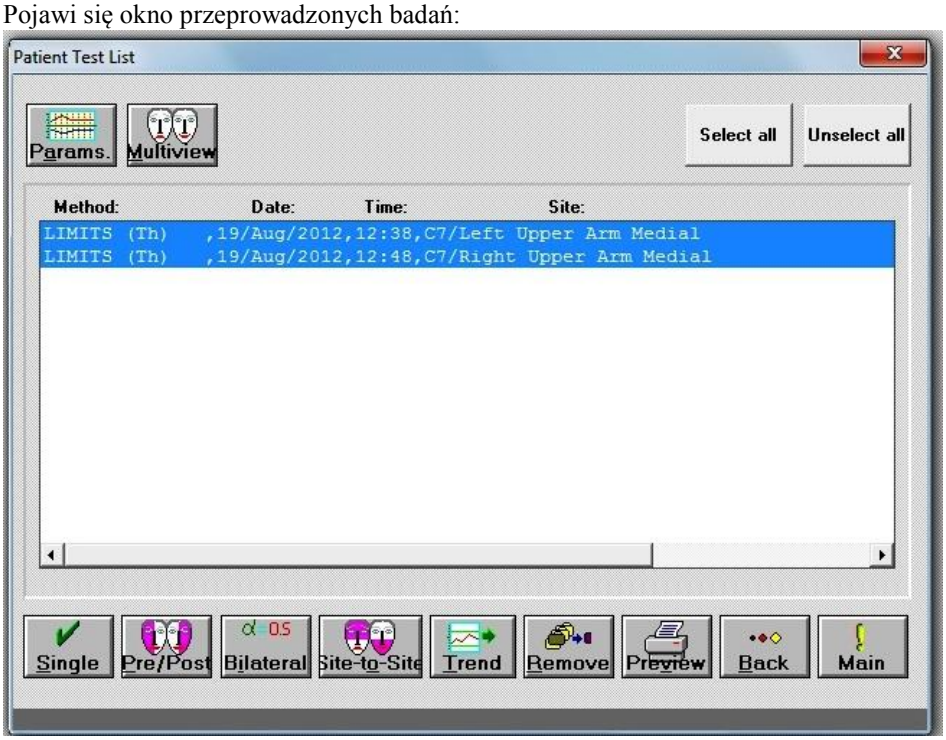
Wyświetlone zostanie okno dialogowe POST TEST . Wybieramy **Return to site selection.** Przechodzimy do okna z obrazem ciała podzielonym na obszary. Teraz wybieramy obszar C7- Right Hand Palmar Middle (Zewnętrzny środek lewej dłoni). Powtarzamy badania w podobny sposób dla nowo wybranego miejsca.

13. Po zakończeniu badania i zapisaniu wyników klawiszem SAVE. Klikamy CONTINUE. W oknie POST TEST wybieramy – **Return to main screen.** Powracamy do głównego okna programu.

14. Z Menu Głównego należy wybrać **RETRIEVE (Wczytaj historię pacjenta)**



Funkcja ta umożliwia wyświetlenie listy pacjentów. Wybieramy zbadanego pacjenta.
Pojawi się okno przeprowadzonych badań:



Wybieramy przeprowadzone badania (podświetlą się na niebiesko) i klikamy przycisk na dole **Site-to-site.** Wyświetli się raport z badania. Należy wypełnić pole: Examiner (nazwisko operatora).
Raport wydrukować – nacisnąć przycisk z ikoną drukarki. Zatwierdzić klawiszem OK.

15. Zamknąć program WinTSA. Wyłączyć Komputer. Wyłączyć Analizator TSA II.

Oceń wynik badania…….
……..

Odpowiedz na pytania

1. Porównaj zdolność do adaptacji na bodziec receptorów czucia temperatury i receptorów czucia bólu
……..
…….....
2. Wymień co najmniej trzy peptydy opioidowe, które hamują odbiór bodźców bólowych……
……...

Temat 11. Badanie progu czucia wibracji

Ze strony środowiska zewnętrznego na człowieka oddziaływują drgania, które mają charakter **wibracji**, **wstrząsów** lub **udarów**. Wibracje mają częstotliwość większą niż 0.5 Hz i docierają do ciała w sposób ciągły, wstrząsy cechuje częstotliwość mniejsza niż 0.5 Hz i są one podawane z przerwami, natomiast udary to nagłe działanie pojedynczego bodźca wywołujące silny efekt.

Czucie drgań odbierane jest przez receptory typu mechanoreceptorów, głównie ciałka dotykowe Paciniego rozmieszczone w skórze, tkankach podskórnych, ale i w układzie kostno-stawowo-mięśniowym i przewodzone są sznurami tylnymi rdzenia kręgowego. Niekorzystne następstwa działania wibracji obserwuje się w czynności prawie wszystkich układów organizmu ludzkiego a pierwszym zwiastunem zmian jest podwyższenie progu czucia wibracji.

Parametr ten ulega również podwyższeniu w wyniku zmian zwyrodnieniowych w drogach nerwowych. Tak się dzieje w źle leczonej cukrzycy, niedokrwistości złośliwej, awitaminozie. Wczesne wykrycie tych zmian badaniem progu czucia wibracji pozwala na podjęcie leczenia zanim uszkodzenia nie utrwalą się. W skrajnych przypadkach długotrwałe oddziaływanie wibracji na organizm ludzki skutkuje chorobą wibracyjną.

Zadanie

Wyznaczyć próg czucia wibracji dla palców wskazujących obu dłoni przy pomocy urządzenia Vibratron II uwidocznionego na zdjęciu poniżej.

Wykonanie

Urządzenie włącza się klawiszem na tylnej ściance panelu sterującego. U zdrowych osób badanie wykonuje się w zakresie 0 – 6,5 jednostki wibracji (przełącznik RANGE na panelu sterującym) i można je zacząć od wartości 4,0. **Wykonując ćwiczenie w celu skrócenia czasu jego wykonania zaczniemy od wartości 2,0 – zgodnie z tabelą na następnej stronie.** U osób z zaburzonym czuciem wibracji należy korzystać z zakresu 6,5 – 20 jednostek. Podczas profesjonalnego badania, aby ustalić właściwy zakres badania należy badanemu na wstępie zaprezentować próbnie kilka bodźców wibracji.

Badany siada przed modułem wibrującym A i B tak, aby nie widział panelu sterującego i operacji przełączania końcówek drgających przez badającego. Badanie przeprowadza się metodą wymuszonego wyboru z dwóch możliwości (A lub B). Badający ustawia pokrętłem potencjometru wartość 2,0 na zakresie 0 – 6,5 i lewym przełącznikiem inicjuje drgania końcówki na module drgającym A lub B (dowolnie) a badany dotyka palcem wskazującym prawej ręki najpierw końcówki na module A potem na module B i określa, który moduł drga.

Prawy przełącznik to atrapa, używana dla zamaskowania, który moduł jest włączany podczas badania. W czasie każdej próby tylko jedna końcówka modułu będzie wibrowała. Czas kontaktu palca z końcówką wibrującą nie powinien przekraczać 1 sekundy, a siła nacisku powinna być minimum koniecznym do wykrycia wibracji.

Badający zapisuje w tabeli uzyskiwane wyniki. Badany powinien początkowo prawidłowo rozpoznawać drgającą końcówkę co badający zapisuje w tabeli stawiając znak „+”. Następnie badający ustawia pokrętłem potencjometru kolejną wartość intensywności drgań zgodnie z przyjętym algorytmem badania (jak w tabelce) i kieruje przełącznikiem A lub B drgania do wybranej losowo końcówki drgającej. Badany powinien zawsze słyszeć dźwięk przełącznika drgań nawet jeśli badający kieruje wibracje do tej samej co poprzednio końcówki wibrującej czyli nie używa wtedy lewego przełącznika, a jego atrapę po prawej stronie.

Badanie należy kontynuować, aż do wystąpienia pierwszego błędu tj. nieprawidłowego wyboru wibrującej końcówki przez badanego. Gdy badany nieprawidłowo określi wibrującą końcówkę (albo nie potrafi jej wskazać), badający stawia w tabeli znak „-" i w następnej próbie należy powrócić do poprzedniej wartości intensywności bodźca i powtórzyć badanie, a wynik zapisać w rzędzie poniżej pierwszych zapisów. Badający powinien pamiętać o używaniu przełącznika „atrapy" dla zamaskowania faktu wyboru określonej końcówki. Po prawidłowym rozpoznaniu należy kontynuować obniżanie intensywności bodźca, a przy nieprawidłowym – cofać się aż do uzyskania poprawnego rozpoznania. Badanie należy kontynuować aż do wystąpienia całkowitej liczby 3 błędów.

W celu obliczenia progu czucia wibracji należy wybrać wartości intensywności wibracji dla 3 błędnych odpowiedzi oraz 3 poprawnych odpowiedzi spośród najniższych wartości wibracji, a następnie wpisać je w odpowiednie pola protokołu badania. Najwyższą i najniższą wartość z wybranych 6 należy odrzucić, a z pozostałych 4 obliczyć średnią wartość arytmetyczną. Obliczona wartość średnia będzie progiem odczuwania wibracji wyrażonym w jednostkach względnych ustalonych dla wykorzystywanego w badaniu urządzenia.

Po wykonaniu badania dla palca wskazującego **ręki prawej** należy je powtórzyć dokładnie tak samo dla **ręki lewej**.

Średni próg czucia wibracji dla palca wskazującego w populacji zdrowych osób do 65 roku życia wynosi ok. 0,7 jednostek wibracji.

Oceń wynik badania……..

Odpowiedz na pytania

1. Na czym polega choroba wibracyjna i kiedy powstaje
……..
……...
……...
2. Jakie receptory uczestniczą w procesie czucia wibracji
……..…….
……...

Temat 12. Badanie dna oka przy pomocy Funduskamery

Dno oka jest jedynym miejscem, gdzie można obejrzeć naczynia krwionośne w sposób nieinwazyjny. W obrazie dna oka uwidoczniona jest także plamka żółta i tarcza nerwu wzrokowego. Badanie dna oka wykonuje okulista, aby ocenić stan zdrowia człowieka, ze wskazań nie tylko okulistycznych, ale także internistycznych czy neurologicznych, gdyż jest pomocne do diagnozowania wielu schorzeń. W klasycznej metodzie wykorzystuje się do tego celu oftalmoskop i badanie wykonuje się po zahamowaniu odruchu źrenicznego na światło. Bardziej nowoczesną metodą jest fotografowanie dna oka, z możliwością powiększenia obrazu i jego archiwizacji. Można tego dokonać posługując się Funduskamerą. Urządzenie daje dodatkową możliwość zbadania gęstości barwnika wzrokowego w plamce żółtej.

Zadanie

Wykonać zdjęcie dna oka i rozpoznać w obrazie tętniczki, żyłki, plamkę żółtą i tarczę nerwu wzrokowego.

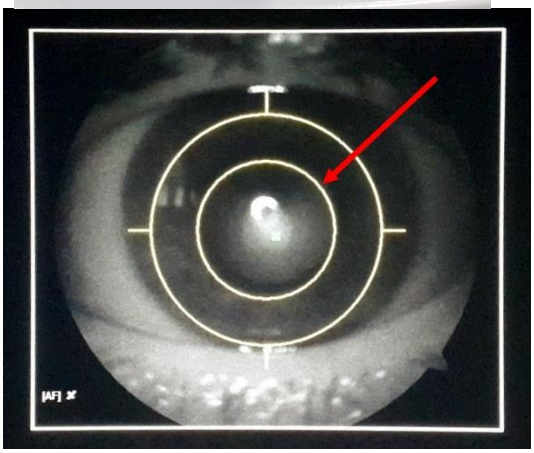
Wykonanie

Badanie przeprowadzić u jednej osoby w grupie. Po 15 min. przebywania w zaciemnionym pomieszczeniu badany pacjent siada przed obiektywem aparatu.

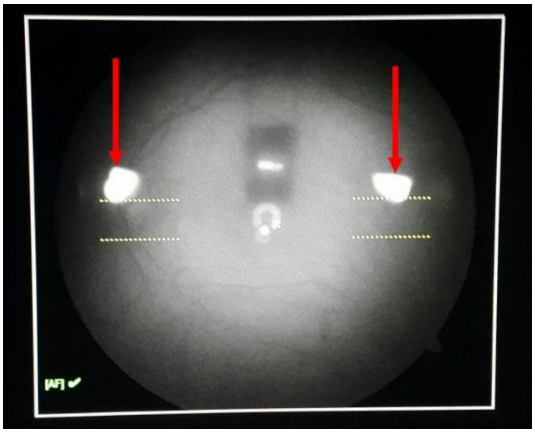
Pacjent po zajęciu miejsca naprzeciwko obiektywu umieszcza brodę oraz czoło na oparciach (zaznaczone strzałkami) i skierowuje wzrok na świetlny punkt widoczny wewnątrz obiektywu.

Badający siedzi przed aparatem.

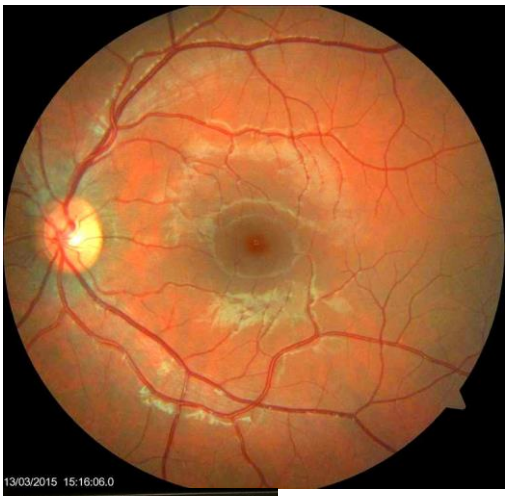
Górną (ruchomą) część Funduskamery należy przyciągnąć do siebie i umieścić przed badanym okiem.
Urządzenie należy wypozycjonować przy pomocy joysticka, aż źrenica znajdzie się w środku obrazu okna wizjera. (Przekręcając pokrętłem na joysticku można ustawić wysokość).



Minimalna wielkość źrenicy to wielkość wewnętrznego pierścienia centrującego w oknie wizjera.
Obraz należy ustawić tak, aby źrenica znajdowała się w środku pierścieni centrujących.



Jeżeli obraz został wycentrowany, poruszamy urządzenie za pomocą joysticka tak daleko w kierunku pacjenta, aż pojawią się punkty pozycjonowania.
Punkty pozycjonowania powinny być skupione, ostro zarysowane i znajdować się między liniami poziomymi widocznymi na ekranie.

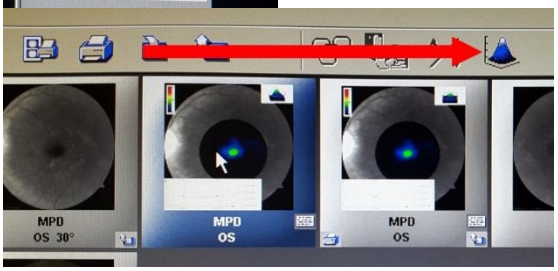


Jeżeli obraz jest ustawiony poprawnie wykonujemy zdjęcie poprzez naciśnięcie przycisku na joysticku.

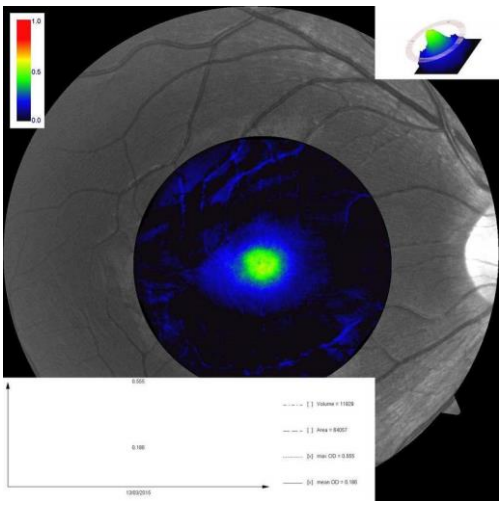
Obraz natychmiast pojawi się na ekranie i zostanie automatycznie przyporządkowany do wywołanego pacjenta i zapisany.

Urządzenie umożliwia także wykonanie badania rozkładu gęstości optycznej barwnika w plamce żółtej. W tym celu należy w MENU wybrać opcję MPD.

Zdjęcie technicznie wykonuje się w ten sam sposób jak w opisie powyżej.



Po wykonaniu zdjęcia, zaznaczamy je i następnie klikamy ikonę MPD.



Po kliknięciu ikony MPD w nowo wywołanym oknie klikamy przycisk ANALYZE w celu określenia gęstości optycznej barwnika plamki.
Wynik zostanie przedstawiony w postaci jak na zdjęciu po lewej stronie.

Odpowiedz na pytania

1. Co to jest:
   plamka ślepa …….....
   plamka żółta …….....
2. Gdzie powstaje ciecz wodnista oka i jaka jest jej rola?

……
……

Temat 13. Badanie odruchu źrenicznego na światło

Zwężenie średnicy obu źrenic pod wpływem zwiększenia natężenia światła następuje odruchowo. Droga tego odruchu od siatkówki do mięśnia zwieracza źrenicy jest wieloneuronalna. Badanie tego autonomicznego odruchu może służyć do oceny przewodzenia impulsów w nerwie wzrokowym, czynności struktur śródmózgowia biorących udział w integracji impulsacji z siatkówki oraz nerwu okoruchowego. Brak odruchu źrenic na światło jest jednym z kryteriów śmierci pnia mózgu.

Zadanie

Zmierzyć szerokość źrenic u człowieka w zaciemnionym pomieszczeniu, a następnie po oświetleniu światłem latarki elektrycznej kolejno lewego i prawego oka.

Wykonanie

Do wykonania potrzebne są latarka elektryczna i przezroczysta linijka z podziałką milimetrową. Badanie należy wykonać w grupach dwuosobowych w zaciemnionym pomieszczeniu. Badany musi patrzeć na odległy nieruchomy przedmiot. Badający mierzy szerokość źrenic obu oczu przykładając linijkę do nasady nosa. Następnie oświetlić światłem latarki elektrycznej oko lewe i zmierzyć szerokość źrenic obu oczu. Po chwili oświetlić oko prawe i ponownie zmierzyć szerokość źrenic obu oczu.
Wyniki zapisać w tabeli.

Oko	Średnica źrenic [mm]		
	w ciemności	oświetlone oko lewe	oświetlone oko prawe
Lewe			
Prawe			

Odpowiedz na pytania

1. Jak reagują źrenice na światło, a jak zachowują się w ciemności?
   ……
   ……..

2. Przez jakie mediatory i receptory układ autonomiczny reguluje napięcie zwieracza i rozwieracza źrenicy?

……

……

Temat 14. Badanie odruchu na rozciąganie mięśnia

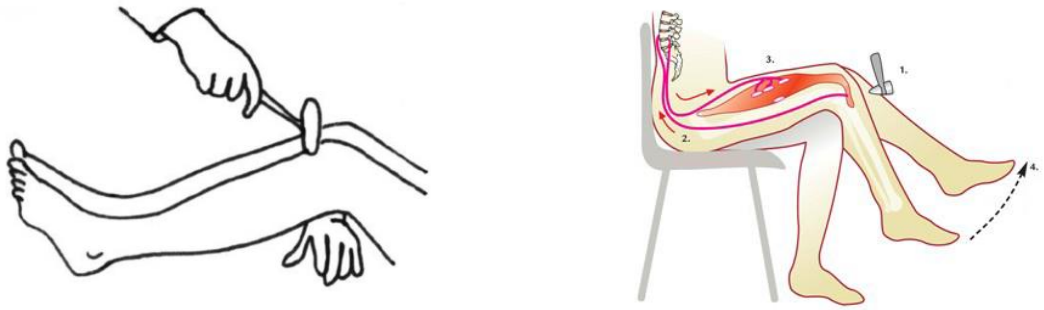
Odruch na rozciąganie to najprostszy monosynaptyczny odruch bezwarunkowy, odruch własny mięśnia. Dotyczy wszystkich mięśni szkieletowych. Jedyna jego synapsa występuje między neuronem czuciowym, którego ciało znajduje się w zwoju rdzeniowym a neuronem ruchowym w rogach brzusznych rdzenia kręgowego. Odruch ten ma komponentę statyczną i dynamiczną. Komponenta statyczna odruchu odpowiada za utrzymanie stałego napięcia mięśniowego, dzięki czemu możliwe jest utrzymanie wyprostowanej postawy ciała. Natomiast komponenta dynamiczna ma za zadanie dopasowanie napięcia mięśniowego do aktualnej aktywności mięśnia związanej z szybkimi ruchami. Neurony ruchowe tego odruchu współpracują z innymi neuronami ruchowymi w rdzeniu kręgowym oraz pozostają pod kontrolą ośrodkowych neuronów nadrzędnych i receptorów czuciowych, dlatego wykorzystuje się jego badanie do oceny stanu zarówno ośrodkowego jak i obwodowego układu nerwowego.

Zadanie

Zbadać odruchy na rozciąganie z więzadła rzepkowego (kolanowy), ze ścięgna Achillesa, z mięśnia trójgłowego i z mięśnia dwugłowego ramienia.

Wykonanie Do wykonania badania potrzebny jest młoteczek neurologiczny.

<u>Badanie odruchu kolanowego</u> (odruch rzepkowy). Badany siada na krześle i zakłada nogę na nogę. Badający uderza młoteczkiem neurologicznym poniżej rzepki w ścięgno mięśnia czworogłowego uda, wywołując skurcz mięśnia czworogłowego i równoczesne wyprostowanie kończyny dolnej w stawie kolanowym. Student obserwuje ruch podudzia osoby badanej (ryc.1).



Ryc. 1. Badanie odruchu kolanowego.

<u>Badanie odruchu ze ścięgna Achillesa</u> (odruch skokowy). Badany klęka na krześle. Badający uderza młoteczkiem neurologicznym w ścięgno Achillesa, wywołując skurcz mięśnia trójgłowego (brzuchatego) łydki z równoczesnym zgięciem podeszwowym stopy. Student obserwuje ruch stopy badanego (ryc.2).

Ryc.2. Badanie odruchu ze ścięgna Achillesa

<u>Badanie odruchu z mięśnia trójgłowego ramienia</u>. Badany unosi ramię, zgina w stawie łokciowym, a badający uderza młoteczkiem neurologicznym w ścięgno mięśnia trójgłowego ramienia tuż powyżej wyrostka łokciowego, wywołując skurcz tego mięśnia z równoczesnym wyprostowaniem kończyny w stawie łokciowym. Student obserwuje ruch ręki osoby badanej (ryc.3).

Ryc.3. Badanie odruchu z mięśnia trójgłowego ramienia

<u>Badanie odruchu z mięśnia dwugłowego ramienia.</u> Badany odwraca przedramię w pozycję supinacji, zgina w stawie łokciowym, a badający uderza młoteczkiem neurologicznym w ścięgno mięśnia dwugłowego ramienia, wywołując skurcz tego mięśnia i równoczesne zgięcie kończyny w stawie łokciowym. Student obserwuje ruch ręki osoby badanej (ryc.4).

Ryc.4. Badanie odruchu z mięśnia dwugłowego ramienia

Odpowiedz na pytania

1. Opisz ruch kończyny, który wystąpił u badanego po uderzeniu:
   więzadła rzepkowego ……..……...
   ścięgna Achillesa……
   ścięgna mięśnia dwugłowego……..
   ścięgna mięśnia trójgłowego……..
2. Który mięsień jest efektorem w odruchu:
   z więzadła rzepkowego .....……
   ze ścięgna Achillesa .....
   ze ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia……..
   ze ścięgna mięśnia trójgłowego ramienia……
3. Podaj nazwę i lokalizację receptorów pobudzanych podczas odruchu na rozciąganie.
   .....
   .....
4. Na czym polega odwrócony odruch na rozciąganie i jakie receptory biorą w nim udział?
   .....
   .....
   .....

Temat 15. Badanie precyzji ruchów dowolnych

Bezpośredni impuls nerwowy do skurczu mięśni w ruchu dowolnym pochodzi z nadrzędnych neuronów korowych pól ruchowych i przekazywany jest do motoneuronów w rdzeniu kręgowym drogami korowo-rdzeniowymi. Jednak precyzja ruchów dowolnych uzależniona jest od współdziałania i prawidłowej czynności wszystkich ośrodków kierujących czynnością ruchową. W wykonaniu zamierzonego ruchu współuczestniczą jądra podstawy mózgu, układ siatkowaty zstępujący i móżdżek. Planowanie wykonania sekwencji ruchów nadzoruje kora przedczołowa i jądro ogoniaste.

Zadanie

Obrysować wodzikiem testowym wszystkie figury na płycie *Tremometru testowego* nie dotykając ich krawędzi oraz powierzchni na spodzie płyty.

Wykonanie

Badanie wykonać w dwuosobowych grupach. Włączyć aparat do sieci, wykasować wskazania liczników, a metalowa końcówka wodzika testowego powinna się znajdować w gnieździe na płycie testowej. Test rozpoczyna się w momencie, gdy badany wyjmuje wodzik z gniazda. Następnie prowadzi **wodzik** jak **najszybciej** od lewego górnego rogu do prawego (jak podczas czytania książki), po wszystkich otworach i szczelinach figur na płycie testowej tak, **aby nie dotknąć brzegów otworów, ani leżącej na spodzie płyty oporowej.** Aparat mierzy czas wykonania testu oraz każde dotknięcie do płyty testowej i oporowej. **UWAGA**! **Ręka trzymająca wodzik powinna być luźno zawieszona w powietrzu, nie podparta i nie podtrzymywana**, aby umożliwić ujawnienie się drżenia ręki podczas wykonywania ruchów**.** Natychmiast po wykonaniu zadania badany wkłada wodzik do gniazda, co wyłącza przyrząd kontrolno – pomiarowy. Badający spisuje wskazania liczników do tabeli, kasuje te wskazania, a badany powtarza test trzymając wodzik drugą ręką.

Ręka	**Czas badania [s]**		**Czas błędów [s]**		**Liczba błędów**	
prawa						
lewa						
Średnie wartości [± SE] dla 87 kobiet (♀) i 65 mężczyzn (♂)						
Ręka	♀	♂	♀	♂	♀	♂
prawa	66,0±2,8	61,6±2,7	5,4±0,3	6,5±0,3	45,7±2,4	54,1±2,8
lewa	77,1±3,9	68,1±3,5	9,5±0,7	10,4±0,4	77,3±4,1	82±3,2

Oceń wynik uzyskany przez badanego

……
……

Odpowiedz na pytania

1. Która ręka badanego jest ręką preferowaną w jego subiektywnym odczuciu?
   .....
   ……..
2. Czy wynik badania wykazał wyraźną preferencję jednej ręki? Czy wynik badania jest zbieżny z subiektywnym odczuciem badanego?
   .....
   .....

Temat 16. Badanie zdolności koordynacji wzrokowo-ruchowej

Koordynacja wzrokowo-przestrzenna jest przykładem niezwykle złożonej funkcji OUN. Angażuje ona wszystkie ośrodki uczestniczące w odbieranie wrażeń wzrokowych, ośrodki kierujące ruchem oraz ośrodki odpowiedzialne za orientację w przestrzeni. Do wykonania zadania o charakterze wzrokowo-przestrzennym niezbędna jest pamięć operacyjna. Bazą pamięci operacyjnej w zadaniach wzrokowo-przestrzennych jest hipokamp i kora przedczołowa.

Zadanie

Obrysować szybko i dokładnie wodzikiem testowym rysunek na płycie testowej *Suportu krzyżowego*.

Wykonanie

Badanie wykonać w dwuosobowych grupach. Na wstępie ustawić dwoma pokrętłami położenie wodzika testowego na płycie testowej z rysunkiem. Wodzik powinien znajdować się w zagłębieniu rozpoczynającym ścieżkę testową aparatu.
Badający zeruje wskazania wszystkich liczników. Badany siada na krześle przed płytą testową używając obydwu pokręteł, prowadzi wodzik testowy po ścieżce oznaczonej czarną, grubą linią. Każde wykroczenie poza linię jest traktowane jako błąd i badany powinien jak najszybciej sprowadzić wodzik ponownie na ścieżkę testową. Wodzik testowy trzeba prowadzić po ścieżce szybko i dokładnie aż do punktu startowego testu. Badający przepisuje wskazania liczników do tabeli.

Liczba błędów		Czas błędów (dziesiąte części sekundy)	Czas trwania badania [s]
Średnie wartości dla 99 kobiet i 87 mężczyzn (± SE)			
Kobiety	29,9±2,4	290,4±25,8	343,8±11,7
Mężczyźni	23,5±2,0	216,8±23,6	270,9±10,4

Oceń zdolność koordynacji wzrokowo-ruchowej badanego (*lepsza, średnia lub gorsza niż przeciętna)*
……

Odpowiedz na pytanie

1. Która półkula mózgu jest odpowiedzialna za orientację wzrokowo-przestrzenną?
   .....