

## KIERUNEK LEKARSKO-DENTYSTYCZNY Zagadnienia wykładów:

### W01. Biofizyka układu oddechowego

Rola układu oddechowego w żywym organizmie. Mechanizm wentylacji płuc. Rola ciśnienia wewnątrzpłucowego i śródpecherzykowego. Właściwości sprężyste tkanki płucnej. Rola napięcia powierzchniowego surfaktantów. Praca wykonywana przez układ oddechowy. Moc oddechowa, wydajność energetyczna układu oddechowego. Wymiana gazowa w płucach. Rola dyfuzji w wymianie gazów oddechowych między krwią a pęcherzykami płucnymi. Prawo Henry'ego. Schemat mechanizmu wymiany gazowej. Zdolność dyfuzyjna płuc.

### W02. Biofizyka układu krążenia

Rola układu krążenia. Obwód krążenia. Prawa hydrodynamiki: prawo Bernoulliego (ciśnienie dynamiczne i statyczne w układzie krążenia), prawo ciągłości strumienia, prawo Poiseuille'a (definicja oporu naczyniowego, czynniki wpływające na opór naczyniowy). Spadek ciśnienia w łóżysku naczyniowym. Sprężyste właściwości ścian naczynia. Napięcie sprężyste naczyń krwionośnych. Wzór Laplace'a. Zależność napięcia sprężystego tętnicy głównej i żyły głównej od promienia przekroju. Tętno. Fala tętna. Powstawanie tętna w tętnicy głównej. Czynniki wpływające na prędkość fali tętna, diagnostyczna rola wartości prędkości fali tętna. Rola układów tętniczego i żylnego. Praca serca. Moc serca. Wydajność energetyczna serca.

### W03. Biotermodynamika

I i II zasada termodynamiki. Energia wewnętrzna. Praca i ciepło. Entalpia. Procesy egzo- i endotermiczne. Prawo Hessa. Procesy odwracalne i nieodwracalne. Entropia jako miara nieporządku. Entropia a wymiana ciepła. Energia swobodna. Entalpia swobodna. Procesy egzo- i endotermiczne. Potencjał chemiczny. Potencjał elektrochemiczny. Dyfuzja. Osmoza. Ciśnienie osmotyczne. Mechanizmy transportu ciepła. Wpływ temperatury na szybkość procesów biologicznych. Rozkład temperatury w organizmie człowieka. Straty ciepłne w organizmach stałocieplnych. Parametry środowiskowe strat cieplnych. Termoregulacja w organizmie człowieka. Granice tolerancji zmian temperatury, znaczenie wilgotności.

### W04. Elementy biofizyki komórki

Błona komórkowa budowa i funkcje, modele błony komórkowej. Podstawowe właściwości błony komórkowej (opór, pojemność, napięcie przebicia, przepuszczalność, napięcie powierzchniowe), potencjał błonowy. Potencjał spoczynkowy. Rodzaje transportu. Potencjał równowagi jonów Na, K, Cl na błonie komórkowej. Wzór Goldmana. Model elektryczny błony komórkowej. Potencjał czynnościowy. Budowa neuronu. Prądy jonowe w błonie po pobudzeniu, zmiany przepuszczalność błony po pobudzeniu. Zależność progowego natężenia bodźca od czasu jego trwania. Reobaza. Chronaksja. Przewodzenie pobudzenia wzdłuż aksonu. Przewodzenie synaptyczne: potencjały pre- i postsynaptyczne (EPSP, IPSP). Model neuronu formalnego. Receptory, potencjał generacyjny.

### W05. Fale mechaniczne i promieniowanie jonizujące w diagnostyce medycznej

Oddziaływanie ultradźwięków z tkankami. Zasady działania urządzeń ultradźwiękowych oraz ich zastosowanie w stomatologii i medycynie: ultrasonografia, ultrasonoforeza, diatermia ultradźwiękowa, fala uderzeniowa. Wykorzystanie promieniowania jonizującego w diagnostyce. Klasyczne zdjęcia rtg – wady odwzorowań. Technika zdjęć warstwowych. Zasady rentgenowskiej transmisyjnej tomografii komputerowej tomografii. Rola kontrastu w technice tomografii komputerowej rtg. Radiofarmaceutyki: definicja, sposoby pozyskiwania. Diagnostyka i terapia radioizotopowa. Aparatura diagnostyczna: liczniki scyntylicyjne, scyntygrafy, kamery scyntylicyjne, emisyjna tomografia komputerowa SPECT, emisyjna tomografia komputerowa pozytonowa PET

### W06. Pola elektromagnetyczne w diagnostyce medycznej

Elektrodiagnostyka jakościowa i ilościowa. Biologiczne źródła sygnałów elektrycznych. Bierne właściwości elektryczne tkanek. Pomiar podstawowych parametrów krwi. Konduktometryczny pomiar hematokrytu. Podstawy fizyczne tomografii impedancyjnej, zasada funkcjonowania, zasady konstrukcji obrazu ITK, systemy i układy pomiarowe. Prezentacja wyników konstrukcji obrazu, różnica między tomografią RTG a tomografią impedancyjną. Spin i moment magnetyczny jądra. Wpływ pola magnetycznego na moment magnetyczny jądra wodoru (rodzaje ruchu, dozwolone orientacje i energie). Namagnesowanie podłużne i poprzeczne w tkance. Precesja Larmora (wzór). Absorpcja fali elektromagnetycznej przez próbkę zawierającą jądra wodoru – warunek jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR), krzywa absorpcji. Rola impulsów RF 90° i RF 180° w obrazowaniu NMR. Zjawisko relaksacji podłużnej i poprzecznej. Definicja czasu relaksacji podłużnej T1 i poprzecznej T2. Metoda echa spinowego. Rekonstrukcja obrazów i ich rodzaje (zależne od czasów T1, T2 i gęstości protonowej). Sygnał FID i jego parametry. Rola środków kontrastujących w obrazowaniu NMR. Kodowanie fazowo-częstotliwościowe. Spektroskopia NMR i jej wykorzystanie w biologii medycynie. Ograniczenia i bezpieczeństwo metody.

## KIERUNEK LEKARSKO-DENTYSTYCZNY Zagadnienia na ćwiczenia laboratoryjne:

### Ćw01. Ćwiczenie wstępne. (A1\*) Zagadnienia obowiązujące na każdym ćwiczeniu

Błąd pomiaru i jego źródła. Szacowanie wartości błędu pomiaru bezpośredniego: błąd systematyczny, błąd przypadkowy (rozrzut wyników pomiarów, krzywa rozkładu normalnego, odchylenie standardowe, odchylenie standardowe średniej, błąd maksymalny średniej). Zasady zapisu wartości błędu pomiaru i wielkości zmierzanej, cyfry znaczące. Szacowanie błędu pomiaru wielkości złożonej: a) przy użyciu cyfr znaczących, b) obliczanie wartości tego błędu. Graficzne opracowywanie wyników pomiarów: sporządzanie wykresów, prostokąty błędów, linie trendu, krzywe ufności.

### Ćw02. Wyznaczanie rozmiarów krwinek metodą mikroskopową (A2\*, A19\*\*, B16)

Prawo załamania światła, współczynnik załamania światła, dyspersja współczynnika załamania światła. Powstawanie obrazu w soczewkach. Równanie soczewki. Budowa i zasada działania mikroskopu – bieg promieni. Definicja liniowej i kątowej zdolności rozdzielczej układu optycznego. Zdolność rozdzielcza mikroskopu, czynniki wpływające na jej wartość. Powiększenie oraz powiększenie użyteczne mikroskopu. Immersja. Wyznaczanie rozmiarów mikroobektów za pomocą mikroskopu.

### Ćw03. Lepkość cieczy. Lepkość roztworów (A4\*, A5\*, A3\*\*, B6, B12, B18)

Siła tarcia wewnętrznej, współczynnik lepkości. Lepkość względna, lepkość właściwa, graniczna liczba lepkościowa. Wpływ temperatury na lepkość. Przepływ cieczy lepkiej w rurach; prawo Hagena-Poiseuille'a. Lepkość roztworów, lepkość krwi. Metody pomiaru lepkości (metoda Stokesa, metoda wiskozymetryczna). Wyznaczanie rozmiarów cząsteczek metodą wiskozymetryczną.

### Ćw04. Warstwa monomolekularna i napięcie powierzchniowe (A6\*, A7\*, A4\*\*)

Napięcie powierzchniowe. Ciśnienie pod powierzchnią cieczy, prawo Laplace'a. Siły spójności i przylegania, tworzenie się menisków, kąt zwilżania. Substancje powierzchniowo czynne (surfaktanty). Warstwa monomolekularna, ciśnienie powierzchniowe, izoterma warstwy monomolekularnej. Dipol elektryczny. Woda jako cząsteczka dipolowa. Oddziaływane polarnych i niepolarnych grup z wodą. Wyznaczanie rozmiarów cząsteczek kwasu stearynowego z pomiarów geometrycznych warstwy monomolekularnej. Wyznaczanie napięcia powierzchniowego metodą stalagmometryczną, wzniesienia włoskowatego i metodą pęcherzykową.

### Ćw05. Dyfuzja, dializa (A8\*, A9\*, A1\*\*, A3\*\*, A5\*\*, B7)

Opis zjawiska dyfuzji: prawo dyfuzji Ficka, współczynnik dyfuzji (wzór Einsteina-Stokesa i równanie Einsteina-Smoluchowskiego), gradient stężenia. Dyfuzja przez błonę, przepuszczalność błony. Błona przepuszczalna i półprzepuszczalna. Wyznaczanie współczynnika dyfuzji i przepuszczalności błony. Dyfuzja w organizmach żywych, transport gazów w układzie oddechowym. Koloidy. Dializa zewnątrz- i wewnątrzustrojowa. Zjawisko osmozy, ciśnienie osmotyczne, prawo van't Hoffa. Osmometr. Elektrodializa.

### Ćw06. Siła elektromotoryczna ogniwa stężeniowego (A12\*, A1\*\*, B7)

Potencjał chemiczny i elektrochemiczny, elektrolity. Dysocjacja elektrolityczna. Potencjał elektrodowy, wzór Nernsta, potencjał standardowy elektrody. Pomiar potencjału elektrodowego. Potencjał dyfuzyjny, wzór Hendersona. Budowa ogniwa stężeniowego bez przenoszenia i z przenoszeniem. SEM ogniwa i jego pomiar. Ruchliwość a szybkość unoszenia. Potencjał błonowy. Ogniwa galwaniczne w jamie ustnej. Korozja elektrochemiczna. Przewodnictwo elektryczne, opór elektryczny, prawo Ohma.

### Ćw07. Osłabianie elektromagnetycznego promieniowania jonizującego (A16\*, A12\*\*, B3, B22)

Mechanizmy osłabiania promieniowania jonizującego: zjawisko fotoelektryczne, efekt Comptona i zjawisko tworzenia par elektron-pozyton. Prawo Lamberta osłabiania promieniowania jonizującego; ilustracja w skali liniowej i półlogarytmicznej. Warstwa połowiąca, liniowy i masowy współczynnik osłabiania, sposoby ich wyznaczania. Liniowe przenoszenie energii (LET). Gęstość jonizacji.

### Ćw08. Fotometria (A8\*\*, B16, C16)

Dziedziny fotometrii energetycznej (obiektywnej) i wizualnej (subiektywnej). Wrażliwość widmowa oka, adaptacja fotopowa (widzenie jasne) i skotopowa (widzenie ciemne), krzywe drażliwości widmowej. Podstawowe wielkości (definicje i jednostki miary) i prawa fotometrii: natężenie źródła promieniowa, kąt bryłowy, światłość jako wielkość podstawowa w układzie SI, strumień światła, oświetlenie, prawo Lamberta (odwrotnego kwadratu). Zasada działania fotometru Bunsena, budowa i zasada działania fotokomórki i fotoogniwa

### Ćw09. Prawa przepływu. Fala tętna (A17\*, A18\*, A2\*\*, A3\*\*, B6, B18)

Fala tętna. Strumień objętości, prawo ciągłości strumienia. Prawo Bernoulliego, ciśnienie statyczne i dynamiczne, ich pomiar. Prawo Hagena-Poiseuille'a, opór naczyniowy. Opór naczyniowy krążenia obwodowego, płucnego i poszczególnych organów. Przepływ laminarny i przepływ turbulentny – liczba Reynoldsa. Prędkość przepływu cieczy. Przepływ cieczy lepkiej, lepkość krwi. Przepływ cieczy w naczyniach sprężystych, fala tętna, jej prędkość. Ciśnienie skurczowe i rozkurczowe.

#### Piśmiennictwo:

(A) \*Ogólny opis i przebieg ćwiczeń:

P. Piskunowicz i M. Tuliszka (red.), Wybrane ćwiczenia laboratoryjne z biofizyki, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego, Poznań 2007,

\*\*Szczegółowe omówienie zagadnień co ćwiczeń:

prof. dr hab. n. med. L. Kubisz (redakcja naukowa), Biofizyka, Wydanie I, Wydawnictwo Naukowe PWN S.A (PZWL Wydawnictwo Lekarskie), Warszawa 2024

(B) F. Jaroszyk (red.), Biofizyka – podręcznik dla studentów, PZWL, Warszawa 2008

(C) B. Kędzia (red.), Materiały do ćwiczeń z biofizyki i fizyki, PZWL, Warszawa 1978

(D) F. Jaroszyk (red.), Biofizyka medyczna, Wydawnictwa Uczelniane Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego, Poznań 1993

Symbole podane w nawiasach po tytule ćwiczenia złożone z litery i cyfry oznaczają pozycje piśmiennictwa, których lektura wskazana jest, aby przygotować się do wykonania ćwiczenia: litera oznacza odpowiedni podręcznik wg pozycji wymienionych w piśmiennictwie, a cyfra – numer rozdziału w tym podręczniku opisujący tematykę danego ćwiczenia. i tak np. pozycja B14 oznacza podręcznik F. Jaroszyka (red.), Biofizyka – podręcznik dla studentów, rozdział 14.

## KIERUNEK LEKARSKO-DENTYSTYCZNY Zagadnienia na seminaria:

### Se01. Elementy biomechaniki

Siła i moment siły. Siła wywierana przez mięsień – rodzaje skurczów mięśnia. Statyka – warunki równowagi. Rodzaje równowagi. Klasy dźwigni. Stabilność postawy w warunkach działania sił zewnętrznych. Posturografia. Biomechanika stawów, typy połączeń stawowych, tarcie. Systematyka ruchów, przywodzenie odwodzenie – zespoły przeciwstawne. Siły w układzie zębów – staw skroniowo żuchwowy – siły okluzyjne, siekacze (klin). Elementy ortodoncji – aparaty zębowe.

Rozwiązywanie problemów:

- siły w obrębie kręgosłupa działające na kręgi w trakcie podnoszenia ciężarów
- staw łokciowy
- obciążone, wyprostowane ramię
- stabilność postawy przy działaniu sił zewnętrznych
- staw biodrowy
- stawianie na palcach.

#### Literatura:

L. Kubisz (redakcja naukowa), Biofizyka, Wydanie I, Wydawnictwo Naukowe PWN S.A (PZWL Wydawnictwo Lekarskie), Warszawa 2024  
F. Jaroszyk (red.), Biofizyka – podręcznik dla studentów, PZWL, Warszawa 2008  
J.W. Błaszczak, Biomechanika kliniczna, PZWL, 2004

### Se02. Właściwości ciał stałych i cieczy z uwzględnieniem tkanek i materiałów stomatologicznych

Właściwości sprężyste. Prawo Hooke'a. Współczynniki i moduły sprężystości liniowej, objętościowej i postaciowej. Odształcanie ciał krystalicznych i bezpostaciowych. Rodzaje i zakresy odształceń. Odształcanie ciał izotropowych i anizotropowych. Bierne właściwości sprężyste tkanek miękkich i twardych. Właściwości cieplne - ciepło właściwe, pojemność cieplna, rozszerzalność cieplna, przewodnictwo cieplne i temperaturowe. Zjawisko piroelektryczne. Właściwości elektryczne. Przewodnictwo elektryczne tkanek. Opór, przewodność, przenikalność i polaryzacja elektryczna w tkankach. Dyspersja właściwości elektrycznych tkanek, współczynnik polaryzacji tkanki. Właściwości elektryczne krwi, przewodnictwo elektryczne zawiesin/krwi – wzór Maxwella. Elektryczny obwód zastępczy tkanki.

#### Literatura:

L. Kubisz (redakcja naukowa), Biofizyka, Wydanie I, Wydawnictwo Naukowe PWN S.A (PZWL Wydawnictwo Lekarskie), Warszawa 2024  
F. Jaroszyk (red.), Biofizyka – podręcznik dla studentów, PZWL, Warszawa 2008  
Piskunowicz P., Tuliszka M. Wybrane ćwiczenia laboratoryjne z biofizyki. Wydawnictwo naukowe Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu. Poznań 2007.  
Craig R.G. Materiały stomatologiczne. Wydanie polskie - Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2008.

### Se03. Biofizyka zmysłu słuchu

Dźwięk jako zjawisko fizyczne i psychofizyczne. Tor zmysłu słuchu: ucho zewnętrzne, ucho środkowe, ucho wewnętrzne, budowa ślimaka, droga słuchowa: powietrzna i kostna. Metody badania słuchu: subiektywne – audiometria tonalna i mowy, badania stroikowe, badania akumetryczne; obiektywne: otoemisje akustyczne, badania elektrofizjologiczne, audiometria impedancyjna. Niedosłuch odbiorczy, przewodzeniowy i mieszany, szumy uszne. Protezowanie niedosłuchów – aparaty słuchowe na przewodnictwo powietrzne, rodzaje aparatów słuchowych, aparaty słuchowe na przewodnictwo kostne, implanty słuchu – na przewodnictwo kostne, implanty ucha środkowego, implanty ślimakowe.

#### Literatura:

L. Kubisz (redakcja naukowa), Biofizyka, Wydanie I, Wydawnictwo Naukowe PWN S.A (PZWL Wydawnictwo Lekarskie), Warszawa 2024  
F. Jaroszyk (red.), Biofizyka – podręcznik dla studentów, PZWL, Warszawa 2008

### Se04. Biofizyka zmysłu wzroku

Prawa optyki geometrycznej – zasady tworzenia obrazów przez układy optyczne. Budowa układu optycznego oka. Model układu optycznego oka. Akomodacja oka i jej rodzaje. Oko miarowe. Wady wzroku: klasyfikacja i sposoby ich korekcji. Zdolność rozdzielcza układu wzrokowego.

#### Literatura:

L. Kubisz (redakcja naukowa), Biofizyka, Wydanie I, Wydawnictwo Naukowe PWN S.A (PZWL Wydawnictwo Lekarskie), Warszawa 2024  
F. Jaroszyk (red.), Biofizyka – podręcznik dla studentów, PZWL, Warszawa 2001, 2008, Rozdział 16.  
A. Styszyński, Korekcja wad wzroku – procedury badania refrakcji,  $\alpha$ -medica press, Bielsko-Biała 2007

### Se05. Lasery

Zjawiska emisji spontanicznej i wymuszonej. Budowa i zasada działania lasera rubinowego. Procesy pompowania i inwersji obsadzeń. Właściwości promieniowania laserowego – światło spójne, monochromatyczne, wiązka o niskiej rozbieżności i dużej mocy. Zjawiska absorpcji, transmisji, odbicia i rozproszenia promieniowania laserowego. Wpływ promieniowania laserowego na tkanki: absorpcja promieniowania laserowego przez naskórek, hemoglobinę oraz wodę. Kryteria podziału laserów, lasery medyczne i ich rodzaje. Efekty fotochemiczne, efekty fototermiczne i fotojonizacyjne, fotoablacja oraz ich zależność od czasu trwania emisji, długości fali, gęstości mocy użytego promieniowania i rodzaju tkanki. Przykłady zastosowanie światła laserowego w stomatologii, fizjoterapii. Terapia PDT.

#### Literatura:

L. Kubisz (redakcja naukowa), Biofizyka, Wydanie I, Wydawnictwo Naukowe PWN S.A (PZWL Wydawnictwo Lekarskie), Warszawa 2024  
F. Jaroszyk (red.), Biofizyka – podręcznik dla studentów, PZWL, Warszawa 2008

#### **Se06. Wpływ promieniowania jonizującego na człowieka**

Rodzaje promieniowania jonizującego i jego źródła naturalne i sztuczne. Rozpady promieniotwórczy  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Oddziaływanie promieniowania jonizującego ( $X$ ,  $n$ ,  $p$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) na materię. Biologiczne i medyczne skutki oddziaływania promieniowania jonizującego na organizmy żywe. Czynniki wpływające na wielkość skutków napromieniowania: LET, gęstość jonizacji, dawka pochłonięta, współczynnik jakości, równoważnik dawki, efektywny równoważnik dawki. Doświadczalne wyznaczanie radiowrażliwości populacji komórkowych: krzywe przeżycia, dawka letalna, moc dawki, efekt tlenowy, efekt fazy cykl życiowego komórek; skutki somatyczne, somatyczno-stochastyczne i genetyczne. Ochrona przed promieniowaniem, zasada ALARA.

#### **Literatura:**

- L. Kubisz (redakcja naukowa), Biofizyka, Wydanie I, Wydawnictwo Naukowe PWN S.A (PZWL Wydawnictwo Lekarskie), Warszawa 2024
- F. Jaroszyk (red.), Biofizyka – podręcznik dla studentów, PZWL, Warszawa 2008
- F. Jaroszyk (red.), Biofizyka medyczna – skrypt dla studentów medycyny i stomatologii, Wydawnictwa Uczelniane Akademii Medycznej im. K. Marcinkowskiego, Poznań 1993