

## DZIAŁ IV

### Fizjologia układu oddechowego i nerek. Układ trawienny. Metabolizm. Termoregulacja.

#### *Zalecane źródła informacji:*

- „Konturek Fizjologia człowieka”, red. T. Brzozowski, Edra Urban & Partner, 2019 wyd. Elsevier Urban&Partner
- Materiały wykładowe, seminaria

- **Zajęcia 1: 10-13.03.2026**

#### **Seminarium 1.**

Mechanika oddychania. Wymiana gazowa w płucach.

#### **Ćwiczenie1:**

Badanie fizyczne układu oddechowego. Spirometria.

1. Opukiwanie porównawcze i topograficzne płuc – granice dolne płuc i ich ruchomość oddechowa.
2. Osłuchiwanie płuc – fizjologiczne szmery oddechowe.
3. Mierzenie objętości i pojemności płuc – spirometria.
4. Objętości i pojemności płuc: TLC, VC, RV, IRV, ERV,  $V_T$ , IC, FRC. Maksymalna wentylacja dowolna (MVV); FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>%, PEF. Określanie sprawności wentylacyjnej: FEV, PEF.

#### Obowiązujący materiał:

Wymiana gazowa w płucach: dyfuzja O<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub> przez błonę pęcherzykowo-włośniczkową. Fazy oddychania. Mechanika oddychania: główne i dodatkowe mięśnie oddechowe; zmiany wymiarów klatki piersiowej podczas oddychania. Ciśnienia parcjalne oraz prężności tlenu i dwutlenku węgla w powietrzu atmosferycznym, pęcherzykach płucnych i krwi obwodowej; kaskada tlenowa. Ciąg przyczynowo – skutkowy prowadzący do zmian objętości płuc; mechanizmy doprowadzające do wentylacji płuc: zmiany ciśnień w drogach oddechowych, pęcherzykach płucnych i jamie opłucnej w czasie wdechu i wydechu.

Drogi oddechowe: anatomiczna przestrzeń martwa (nieużyteczna); czynnościowy podział dróg oddechowych; regulacja napięcia mięśni gładkich oskrzeli. Opory oddechowe: czynniki wpływające na opór dróg oddechowych; siły retrakcji; wytwarzanie i znaczenie surfaktantu. Sprężystość objętościowa (elastancja) a podatność płuc. Pętla podatności płuc – składowe: statyczna i dynamiczna.

- **Zajęcia 2: 17.-20.03.2026**

**Seminarium 2:** Budowa i funkcja nerek.

**Ćwiczenie 2.** Adaptacja układu oddechowego do wysiłku fizycznego. Fizjologia nerek.

1. Określanie minutowej wentylacji dowolnej.
2. Oznaczanie maksymalnego poboru tlenu przez organizm (pułapu tlenowego) metodą pośrednią z zastosowaniem nomogramu Astrand-Ryhming.

3. Adaptacja układu oddechowego do wysiłku fizycznego – omawianie i dyskusja.
4. Czynności kłębuszka nerkowego – omawianie i dyskusja

Obowiązujący materiał:

Minutowa wentylacja pęcherzykowa: czynniki ją kształtujące – wpływ zmian objętości dróg oddechowych oraz głębokości i częstotliwość oddechów. Współczynnik wentylacja/przepływ (perfuzja): anatomiczna i pęcherzykowa przestrzeń martwa (nieużyteczna); anatomiczny i fizjologiczny (pęcherzykowy) przeciek żylny; wpływ ciśnienia w pęcherzykach płucnych na przepływ krwi przez płuca. Krążenie płucne: charakterystyka i regulacja.

Regulacja oddychania – receptory płuc.

Maksymalny pobór tlenu ( $VO_{2max}$ , pułap tlenowy): czynniki determinujące jego wartość i sposoby oceny. Tętno tlenowe. Adaptacja układu oddechowego do wysiłku fizycznego.

Angioarchitektonika nerek. Nefrony korowe i przyrzeniowe. Aparat przykłębuszkowy. Filtracja kłębuszkowa (GFR) – czynniki kształtujące, sposoby oznaczania; efektywne ciśnienie filtracyjne. Autoregulacja przepływu krwi i filtracji w kłębuszku nerkowym.

- **Zajęcia 3: 24-27.03.2026**

**Seminarium 3**

Udział nerek i układu oddechowego w utrzymywaniu równowagi kwasowo-zasadowej i zasobów wody organizmu.

**Ćwiczenie 3.** Metody oceny funkcji nerek. Badanie moczu.

1. Obliczanie współczynników oczyszczania osocza, GFR i  $T_m$ .
2. Ocena równowagi kłębkowo-kanalikowej.
3. Metody oceny funkcji nerek.
4. Badanie ogólne moczu; ocena osadu moczu.
5. Ocena równowagi kwasowo-zasadowej na podstawie badania gazometrycznego.

Obowiązujący materiał:

Mechanizmy resorpcji i sekrecji kanalikowej; transport kanalikowy jonów sodowych i potasowych. Równowaga kłębkowo-kanalikowa. Skład i właściwości moczu ostatecznego. Mechanizmy oddawania moczu. Mechanizmy zagęszczania i rozcieńczania moczu; rola wzmacniacza przeciwprądowego. Układ renina – angiotensyna – aldosteron. Neurogenna, hormonalna i humoralna regulacja czynności nerki. Wewnątrzwydzielnicza czynność nerki.

Wytwarzanie i skład moczu pierwotnego. Pojęcie klirensu nerkowego i zasady jego badania, wartości klirensu różnych substancji; zastosowanie klirensu do oceny czynności nerek; klirens osmotyczny. Pojęcie ładunku przesączu ( $GFR_x$ ), przepływu osocza (RPF) i krwi (RBF) przez nerkę. Frakcja filtracyjna osocza, frakcja nerkowa. Maksymalny transport kanalikowy  $T_m$  i jego wyliczanie; pojęcie progu nerkowego; ładunek dystalny.

Stężenie jonów wodorowych w płynach ustrojowych. Źródła jonów wodorowych w organizmie. Równanie Hendersona-Hasselbalcha. Bufory osocza i erytrocytów. Wchłanianie i wydalanie wodorowęglanów w nerce. Wydalanie jonów wodorowych: w powiązaniu z reabsorpcją wodorowęglanów; rola buforów fosforanowych i amonowych. Ocena równowagi kwasowo-zasadowej na podstawie badania gazometrycznego. Rola układu oddechowego i nerek w utrzymywaniu równowagi kwasowo-zasadowej.

- **Zajęcia 4: 31.03-10.04.2026**

**Seminarium 4.**

1. Czynność motoryczna przewodu pokarmowego. 2. Fiziologia przewodu pokarmowego – trawienie i wchłanianie. Hormony układu trawiennego.

Obowiązujący materiał:

Podstawy aktywności motorycznej przewodu pokarmowego: mięśnie gładkie trzewne, BER, zwoje śródścienne, unerwienie zewnętrzne, regulacja hormonalna w czynności motorycznej przewodu pokarmowego. Czynności motoryczne jamy ustnej. Fazy połykania ze szczególnym uwzględnieniem warunków zamknięcia dróg oddechowych. Mechanizmy zamykające wpust żołądka. Aktywność bioelektryczna i skurczowa żołądka w spoczynku i po przyjęciu pokarmu. Regulacja motoryki żołądka i czynności odźwiernika. Opróżnianie żołądka. Motoryka jelita cienkiego i jej regulacja. Czynność pęcherzyka żółciowego i zwieracza bańki wątrobowo-trzustkowej. Kontrola czynności zwieracza krętniczo-kątniczego. Motoryka jelita grubego i jej regulacja. Mechanizm defekacji.

Gastryna, sekretyna, cholecystokinina – regulacja wydzielania, działanie.

Trawienie i wchłanianie białek, węglowodanów i tłuszczów. Wchłanianie wody, witamin i jonów.

- **Zajęcia 5: 14.-17.04.2025**

**Seminarium 5.**

Hormony tarczycy – regulacja wydzielania i działanie.

**Ćwiczenie 4.**

Czynność hormonalna tarczycy i trzustki.

1. Rola hormonów tarczycy w regulacji metabolizmu – dyskusja.
2. Rola insuliny i glukagonu w regulacji metabolizmu – dyskusja.
3. Oznaczenia stężenia glukozy we krwi.
4. Interpretacja wyników glikemii.
5. Składowe soku trzustkowego – dyskusja.

Obowiązujący materiał:

Wytwarzanie, gromadzenie, uwalnianie, transport i mechanizm działania hormonów gruczołu tarczowego. Wpływ hormonów gruczołu tarczowego na metabolizm

(przemiany węglowodanów, białek i tłuszczów, witamin), gospodarkę mineralną i układ dokrewny. Wtórne wpływy hormonów gruczołu tarczowego na rozwój i czynności narządów.

Funkcja wewnątrz-i zewnątrzwydzielnicza trzustki. Skład, właściwości, rola i regulacja wydzielania soku trzustkowego, enzymy soku trzustkowego. Interakcja wewnątrz-i zewnątrzwydzielnicza trzustki. Insulina i glukagon.

- **Zajęcia 6: 21-24.04.2026**

#### **Seminarium 6.**

Metabolizm i jego regulacja. Apestat.

#### **Ćwiczenie 5.**

Podstawowa przemiana materii.

1. Podstawowa przemiana materii – metody oznaczania.
2. Należna masa ciała, BMI i WHR – definicja, oznaczanie.
3. Analiza i interpretacja składu ciała metodą bioimpedancji.

#### Obowiązujący materiał

Podstawowa przemiana materii – definicja, wartości, czynniki wpływające na wielkość; warunki oznaczania. Kalorymetria pośrednia i bezpośrednia. Współczynnik oddechowy. Fizyczne i fizjologiczne wartości kaloryczne węglowodanów, białek i tłuszczów.

Ponadpodstawowa przemiana materii: składowe, czynniki kształtujące; właściwości dynamiczne (specyficzno-dynamiczne) działanie pożywienia; czynnościowy przyrost przemian. Zasady ustalania składu pożywienia i jego wartości kalorycznej.

Pojęcie masy należnej. LBM – masa beztłuszczowa ciała. BMI, WHR. Przyczyny otyłości. Otyłość brzuszna. Ośrodki głodu i sytości. Regulacja przemiany materii przez ośrodkowy układ nerwowy i hormony (apestat).

- **Zajęcia 7: 28.04-08.05.2026**

#### **Seminarium 7.**

Termoregulacja.

#### **Ćwiczenie 6.**

Elementy fizjologii w kompleksowej ocenie czynności układu oddechowego i wydalniczego.  
Udział hormonów w regulacji przemian metabolicznych.

1. Badanie fizykalne płuc - opukiwanie i osłuchiwanie płuc
2. Spirometria statyczna i dynamiczna
3. Określanie minutowej wentylacji dowolne płuc.
4. Oznaczanie maksymalnego poboru tlenu przez organizm
5. Ocena funkcji nerki: badania klirensowe, równowaga kłębkowo-kanalikowa.
6. Ocena równowagi kwasowo-zasadowej na podstawie badania gazometrycznego.
7. Oznaczanie BMI i WHR.
8. Próba oziębieniowa Hinnesa.

Obowiązujący materiał

Temperatura ciała; termoregulacja: termogeneza i termoliza. Termoreceptory i termodetektory, ośrodek termoregulacji. Nerwowa i hormonalna regulacja termogenezy.  
Powtórzenie materiału obowiązującego z poprzednich ćwiczeń i seminariów działu IV.

- **Zajęcia 8: 12-15.05.2026**

**Ćwiczenie 7.**

Teoria i metodyka zadań sprawdzianu praktycznego. Ćwiczenia praktyczne.

Zajęcia odbywają się w formie „pytań i odpowiedzi” w celu wyjaśnienia wątpliwości dotyczących zagadnień praktycznych objętych końcowym zaliczeniem ćwiczeń praktycznych. Podczas zajęć udostępniony będzie sprzęt laboratoryjny.

- **Zajęcia 9: 19-29.05.2026**

Sprawdzian umiejętności praktycznych.

**22.05 – dzień wolny; termin dla osób z dnia 22.05 to 29.05.2026**

**ZALICZENIE DZIAŁU IV.**

**13.05. 2026**

Zagadnienia:

Na zaliczenie obowiązuje znajomość zagadnień omawianych na ćwiczeniach, seminariach i wykładach oraz przedstawionych we wskazanych podręcznikach.

Charakterystyka krążenia płucnego. Hemodynamika krążenia płucnego – warunki przepływu krwi w różnych partiach płuc. Rola dróg oddechowych i zmiany ich objętości w różnych sytuacjach. Mechanizmy doprowadzające do wentylacji płuc. Ciąg przyczynowo–skutkowy prowadzący do zmian objętości płuc. Anatomiczna i pęcherzykowa przestrzeń martwa (nieużyteczna). Anatomiczny i fizjologiczny (pęcherzykowy) przeciek żylny. Wpływ ciśnienia w pęcherzykach płucnych na przepływ krwi przez płuca. Współczynnik wentylacja/przepływ (perfuzja). Dyfuzja gazów oddechowych w płucach.

Różne sposoby podziału całkowitej pojemności płuc (TLC). Minutowa wentylacja pęcherzykowa. Wpływ zmian objętości dróg oddechowych oraz głębokości i częstotliwości oddechów na minutową wentylację pęcherzykową i pracę oddechową. Opory oddechowe. Czynniki wpływające na opór dróg oddechowych (AWR); regulacja napięcia mięśni gładkich oskrzeli Rola surfaktantu w kształtowaniu podatności płuc. Pętla podatności płuc. Znaczenie diagnostyczne pomiarów pojemności życiowej płuc i jej składowych, wentylacji minutowej płuc, natężonej objętości wydechowej sekundowej, maksymalnego przepływu wydechowego i badań gazometrycznych. Badanie fizykalne płuc.

Kompleks oddechowy pnia mózgu: składowe i powiązania między nimi, ośrodkowy generator wzorca oddechowego, podstawy automatycznej czynności. Specyficzne i niespecyficzne pola recepcyjne ośrodka oddechowego. Sterowanie oddychaniem na poziomie rdzenia kręgowego oraz przez wyższe ośrodki nerwowe. Wytwarzanie rytmu oddechowego. Rola nerwów błędnych w regulacji oddychania. Chemiczna regulacja oddychania. Rodzaje i znaczenie receptorów płuc. Czynność oddechowa podczas snu (zespół snu z bezdechem), dowolna kontrola oddychania.

Maksymalny pobór tlenu ( $VO_{2max}$ , pułap tlenowy); czynniki determinujące jego wartość i sposoby oceny. Tętno tlenowe. Adaptacja układu oddechowego do wysiłku fizycznego

Funkcje nerek. Specyficzne właściwości układu krążenia krwi w nerce. Nefrony korowe i przyrzeniowe. Aparat przykłębuszkowy. Filtracja kłębuszkowa (GFR) – czynniki kształtujące, sposoby oznaczania; efektywne ciśnienie filtracyjne. Autoregulacja przepływu krwi i filtracji w kłębuszku nerkowym.

Diagnostyczne znaczenie badania klirensowego. Procesy zachodzące w kanalikach nerkowych: warunki i mechanizmy transportu kanalikowego, charakterystyka płynu kanalikowego w różnych odcinkach nefronu. Porównawcza analiza czynności kanalika bliższego, pętli nefronu, kanalika dalszego i zbiorczego. Mechanizmy zagęszczania i rozcieńczania moczu; rola wzmacniacza przeciwpłądowego. Skład i właściwości moczu ostatecznego, mechanizmy oddawania moczu.

Neurogenna, hormonalna i humoralna regulacja czynności nerki. Udział nerki w regulacji dokrewnej.

Rola nerek i układu oddechowego w utrzymywaniu równowagi kwasowo – zasadowej organizmu. Homeostaza jonów wodorowych, bufory organizmu. Ocena równowagi kwasowo-zasadowej. Zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej.

Podstawy aktywności motorycznej przewodu pokarmowego: mięśnie gładkie trzewne, BER, zwoje śródścienne, unerwienie zewnętrzne i hormony w czynności motorycznej przewodu pokarmowego. Czynność zwieraczy w przewodzie pokarmowym. Procesy zachodzące w jamie ustnej. Fazy połykania. Mechanizmy zamykające wpust żołądka. Czynności motoryczne i wydzielnicze żołądka. Fazy wydzielania składowych soku żołądkowego i właściwe dla nich mechanizmy regulacyjne. Trawienie w żołądku. Opróżnianie żołądka. Motoryka i wydzielanie w jelicie cienkim; enzymy soku jelitowego; trawienie jelitowe. Warunki i sprawność wchłaniania w poszczególnych odcinkach przewodu pokarmowego. Mechanizmy transportu jelitowego. Skład, właściwości, rola i regulacja wydzielania soku trzustkowego, enzymy soku trzustkowego. Interakcja wewnątrz- i zewnątrzwydzielnicza trzustki.

Czynności wątroby. Żółć – skład, właściwości, regulacja wydzielania. Rola żółci w procesach trawienia i wchłaniania. Wchłanianie wody, elektrolitów i witamin. Trawienie i wchłanianie węglowodanów, białek i tłuszczów. Procesy zachodzące w jelicie grubym. Motoryka jelita grubego i jej regulacja. Mechanizm defekacji.

Hormony żołądkowo-jelitowe i ich wpływ na czynność układu trawiennego. Gastryna, sekretyna, cholecystokina – regulacja wydzielania, działanie.

Całkowita przemiana materii i jej składowe. Podstawowa przemiana materii – definicja, wartości, czynniki wpływające na wielkość, warunki oznaczania. Ponadpodstawowa przemiana materii: składowe, czynniki kształtujące. Swoiście dynamiczne (specyficzno-dynamiczne) działanie pożywienia. Czynnościowy przyrost przemian. Regulacja przemiany materii przez ośrodkowy układ nerwowy i hormony. Regulacja wydzielania i działanie insuliny i glukagonu. Udział insuliny, glukagonu, glikokortykosteroidów, somatotropiny i adrenaliny w regulacji stężenia glukozy we krwi. Udział hormonów w regulacji stężenia wolnych kwasów tłuszczowych, triglicerydów i cholesterolu. Inkretyny.

Zasady ustalania składu pożywienia i jego wartości kalorycznej. Pojęcie masy należnej. LBM – masa beztłuszczowa ciała. BMI, WHR. Ośrodki głodu i sytości. Neurohormonalna regulacja przyjmowania pokarmu.

Wytwarzanie, gromadzenie, uwalnianie, transport i mechanizm działania hormonów gruczołu tarczowego. Wpływ hormonów gruczołu tarczowego na metabolizm (przemiany węglowodanów, białek i tłuszczów, witamin), gospodarkę mineralną i układ dokrewny. Wtórne wpływy hormonów gruczołu tarczowego na rozwój i czynności narządów.

Wytwarzanie i utrata ciepła – termogeneza i termoliza. Drogi i sposoby oddawania ciepła przez organizm. Termoreceptory i termodetektory. Ośrodek termoregulacji. Efektory termoregulacji: termogeneza drżeniowa i bezdrżeniowa. Nerwowa i hormonalna regulacja termogenezy. Substancje pirogenne. Gorączka. Hipotermia. Hipertermia. Wydzielanie potu.

Hormonalna czynność gonad: regulacja wydzielania i działanie androgenów, estrogenów i progesteronu.

*Zalecane źródła informacji:*

Na zaliczeniu obowiązuje znajomość treści we wskazanych podręcznikach oraz zagadnień omawianych na ćwiczeniach, seminariach i wykładach w zakresie tematyki działu IV.