



Wartość diagnostyczna badania laboratoryjnego krwi

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Gra edukacyjna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)

A detailed 3D rendering of red blood cells (erythrocytes) in a blood vessel. The cells are shown in various orientations, some appearing as biconcave discs. The background is a textured, reddish-pink surface representing the vessel wall or plasma.

Wartość diagnostyczna badania laboratoryjnego krwi

Morfotyczne składniki krwi to jej wszystkie komórki.
Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Badania morfologiczne krwi mają podstawowe znaczenie w diagnostyce lekarskiej. Analiza krwi polega na ilościowej oraz jakościowej ocenie jej składników morfotycznych, co pozwala na ogólną ocenę zdrowia pacjenta, a także umożliwia wykrycie licznych chorób, zaburzeń w składzie komórkowym oraz patologii komórek krwi. Czy wiesz, kiedy należy przeprowadzić morfologię krwi i co oznaczają poszczególne parametry w wynikach tego badania?

Twoje cele

- Przeanalizujesz elementy krwi oraz ich wartości.
- Wyjaśnisz, czym jest morfologia krwi i w jakim celu się ją wykonuje.
- Zinterpretujesz wyniki badań morfologicznych.

Przeczytaj

Prawidłowy obraz krwi – analiza krwi

Czym jest morfologia krwi?

Morfologia krwi obwodowej to podstawowe badanie krwi, które polega na ilościowej i jakościowej ocenie elementów morfotycznych krwi.

Wyróżnia się **morfologię pełną** oraz **morfologię podstawową**.

Morfologia podstawowa obejmuje badanie [leukocytów](#), płytek krwi, [erytrocytów](#), [hematokrytu](#) i [hemoglobiny](#).

Morfologia pełna jest wzbogacona o opis parametrów czerwonokrwinkowych, tj. MCV, MCH, MCHC, i płytkowych, tj. MPV, PDW i pct, oraz granulocytów, [limfocytów](#), eozynofilów i bazofilów.

Co wykazuje morfologia?

Morfologia krwi umożliwia wykrycie wielu chorób we wczesnej fazie. Do chorób tych zalicza się m.in.:

- stany zapalne;
- zakażenia wirusami np. wirusem Epsteina-Barr;
- niedotlenienie;
- anemię;
- skazę krwotoczną;
- choroby nerek;

- nowotwory, w tym białaczkę;
- niedobory kwasu foliowego oraz witaminy B12;
- sferocytozę;
- zakrzepową plamicę małopłytkową.

Jak przygotować się do badania krwi?

Badanie krwi wykonuje się rano. Pacjent powinien być na czczo, co oznacza, że przez 8–12 godzin przed badaniem nie powinien spożywać żadnych posiłków, może jedynie pić wodę i przyjmować leki. Ponadto na dzień przed badaniem powinno unikać się spożywania alkoholu i przyjmowania narkotyków. Wskazane jest, aby przed badaniem ograniczyć intensywny wysiłek fizyczny, a tuż przed samym pobraniem krwi należy odpocząć ok. 15 minut.

Co oznaczają poszczególne parametry morfologii krwi?

Morfologia krwi obwodowej		
Badanie	Normy (dla osób dorosłych)	Interpretacja
Hematokryt (HCT)	kobiety: 37–47% mężczyźni: 42–52%	Wzrost poziomu hematokrytu może być spowodowany przez: nadmierny wzrost liczby krwinek czerwonych – nadkrwistość, przewlekłe choroby płuc, odwodnienie – zmniejszoną objętość osocza. Spadek poziomu hematokrytu może być spowodowany przez: zmniejszenie liczby krwinek czerwonych – niedokrwistość, utratę krwi (krwawienia), hemolizę związaną z reakcją potransfuzyjną, choroby szpiku kostnego, przewodnienie.

Morfologia krwi obwodowej		
Hemoglobina (HGB, Hb)	kobiety: 11,5–16,0 g/dl (7,2–10,0 mmol/l) mężczyźni: 12,5–18,0 g/dl (7,8–11,3 mmol/l) noworodki: 14,2–19,6 g/dl (8,8–12,2 mmol/l)	Zwiększone stężenie hemoglobiny obserwuje się w nadkrwistościach i w zaburzeniach gospodarki wodno-elektrolitowej (odwodnienie). Obniżenie poziomu hemoglobiny jest na ogół spowodowane niedokrwistością lub przewodnieniem organizmu.
Krwinki białe (leukocyty, WBC)	4,0–10,8 $\times 10^9/l$	Wzrost liczby krwinek białych to leukocytoza, a spadek – leukopenia. Może być spowodowane przyczynami fizjologicznymi (wysoka temperatura otoczenia, przebywanie na słońcu, ciąża, wysiłek fizyczny, stres) lub patologicznymi (stany zapalne narządów, uszkodzenia tkanek, zakażenia, zatrucia, nowotwory). Spadek liczby krwinek białych może być spowodowany chorobami zakaźnymi, zwłaszcza wirusowymi, np. WZW, grypą, HIV, odrą, różyczką, ospą wietrzną. Może też nastąpić na skutek uszkodzenia szpiku kostnego przez środki chemiczne, promieniowanie jonizujące, niektóre białaczki, ciężkie zakażenia bakteryjne, wstrząs anafilaktyczny.

Morfologia krwi obwodowej

Bazofile (granulocyty zasadochłonne, BASO)	0–0,2 $\times 10^9/l$	Wzrost liczby bazofili obserwuje się w stanach alergicznych, przy przewlekłej białaczce szpikowej, w przewlekłych stanach zapalnych przewodu pokarmowego, wrzodziejących zapaleniach jelit i niedoczynności tarczycy. Spadek liczby bazofili poniżej normy może się pojawić w ostrych infekcjach, ostrej gorączce reumatycznej, nadczynności tarczycy, ostrym zapaleniu płuc oraz na skutek stresu.
Eozynofile (granulocyty kwasochłonne, EOS)	0–0,45 $\times 10^9/l$	Wzrost liczby eozynofili wywołują choroby alergiczne, zakaźne, hematologiczne, pasożytnicze, astma oskrzelowa, a także katar sienny, łuszczyca, niektóre leki, np. penicylina. Spadek liczby eozynofili obserwuje się jako efekt duru brzuszego, czerwonki, posocznicy, urazów, oparzeń, wysiłku fizycznego oraz działania hormonów nadnerczy.
Neutrofile (granulocyty obojętnochłonne, NEUT)	1,8–7,7 $\times 10^9/l$	Wzrost liczby neutrofili obserwujemy w zakażeniach miejscowych i ogólnych, chorobach nowotworowych, hematologicznych, po urazach, krwotokach, zawałach, w chorobach metabolicznych, u palaczy oraz u kobiet w trzecim trymestrze ciąży. Spadek liczby neutrofili występuje w zakażeniach grzybiczych, wirusowych (grypa, różyczka), bakteryjnych (gruźlica, dur, bruceloza), zakażeniach pierwotniakami (np. malaria), w toksycznym uszkodzeniu szpiku kostnego, a także przy leczeniu cytostatykami.

Morfologia krwi obwodowej

Limfocyty (LYMPH)	1,0–4,5 $\times 10^9/l$	Wzrost liczby limfocytów może być wynikiem chorób immunologicznych oraz takich jak: krztusiec, chłoniaki, przewlekła białaczka limfatyczna, odra, świnka, gruźlica, kiła, różyczka. Spadek liczby limfocytów mogą wywołać: stosowanie kortykosterydów, ciężkie zakażenia wirusowe.
Monocyty (MONO)	0–0,8 $\times 10^9/l$	Wzrost liczby monocytów może być spowodowany: gruźlicą, kiłą, brucelozą, zapaleniem wsierdza, dudem, mononukleozą zakaźną, zakażeniami pierwotniakami, urazami chirurgicznymi i nowotworami. Spadek liczby monocytów może być wywołany różnymi infekcjami, a także stosowaniem glikosterydów.

Morfologia krwi obwodowej

Krwinki czerwone (erytrocyty, RBC)	Kobiety: 4,2–5,4 $\times 10^{12}/l$ Mężczyźni: 4,7–6,1 $\times 10^{12}/l$	Wzrost liczby erytrocytów, nazywany erytrocytozą lub nadkrwistością i czerwienicą, jest spowodowany adaptacją układu krwiotwórczego do długotrwałego niedotlenienia organizmu (np. nadkrwistość górską), której efektem jest nadmierna produkcja erytrocytów, przekrwienie skóry twarzy, jamy ustnej i spojówek. Krew wykazuje tendencję do tworzenia skrzepów. Spadek liczby erytrocytów, nazywany erytropenią lub niedokrwistością i anemią, jest spowodowany niedoborem żelaza, utratą krwi, niedoborem witamin B₁₂ i B₆ lub uszkodzeniem szpiku kostnego, których efektem jest spadek hemoglobiny i liczby erytrocytów poniżej optymalnych wartości oraz ogólne osłabienie organizmu.
Płytki krwi (trombocyty, PLT)	130–450 $\times 10^9/l$	Wzrost liczby płytek krwi (nadpłytkowość lub trombocytoza) obserwuje się jako efekt różnych przewlekłych stanów zapalnych, po wysiłku fizycznym, w niedoborach żelaza, po usunięciu śledziony, w ciąży oraz w przebiegu niektórych nowotworów. Spadek liczby płytek krwi (małopłytkowość lub trombocytopenia) może być obserwowany jako skutek uboczny niektórych leków, wynik niedoborów witaminy B₁₂ lub/i kwasu foliowego, infekcji oraz nowotworów.
Rozkład objętości krwinek czerwonych (RDW)	11,5–14,5%	Wzrost obserwuje się w niedokrwistości z niedoboru żelaza, a także po utracie krwi lub po leczeniu witaminą B₁₂ lub/i kwasem foliowym.

Morfologia krwi obwodowej		
Średnia objętość krwinek czerwonych (MCV, ŚOK)	kobiety: 81–99 fl mężczyźni: 80–94 fl	Wynik powyżej 110 fl może być sygnałem niedokrwistości związanej z niedoborem witaminy B ₁₂ lub/i kwasu foliowego. Wartość poniżej 80 fl świadczy o niedokrwistości związanej z niedoborem żelaza.
Średnia masa hemoglobiny (MCH)	27–31 pg	Wzrost średniej masy hemoglobiny w krwince czerwonej może wystąpić w niedokrwistościach. Zmniejszenie średniej masy hemoglobiny może być spowodowane zaburzeniami wodno-elektrolitowymi typu przewodnienia.
Średnie stężenie hemoglobiny (MCHC)	33–37 g/dl	Wzrost MCHC może wystąpić w stanach hipertonicznego odwodnienia. Zmniejszenie MCHC może wystąpić w niedokrwistości wynikającej z niedoboru żelaza.
Odczyn Biernackiego (OB)	kobiety: 1–10 mm/h mężczyźni: 3–15 mm/h	Wzrost OB obserwuje się w chorobach o podłożu infekcyjnym. Zmniejszenie OB może wskazywać m.in. na niedokrwistość sierpowatokrwinkowa, zaburzenia krzepnięcia krwi.

Słownik

erytrocyty

krwinki czerwone; komórki krwi kręgowców zawierające barwnik oddechowy – hemoglobinę

hematokryt

stosunek objętościowy krwinek czerwonych w próbce krwi pełnej żyłnej lub włosniczkowej, wyrażony ułamkiem dziesiętnym

hemoglobina

czzerwona hemoproteina występująca w erytrocytach kręgowców i hemolimfie niektórych bezkręgowców, zdolna do odwracalnego łączenia się z tlenem i dzięki temu pełniąca funkcję przenośnika tlenu w organizmie

leukocyty

ogólny termin określający wszystkie jądrzaste komórki krwi obwodowej, odnoszący się też do komórek układu limfatycznego

limfocyty

komórki układu immunologicznego występujące przede wszystkim w narządach i grudkach limfatycznych oraz we krwi obwodowej (limfocyty krążące), należące do leukocytów agranulocytarnych

monocyty

komórki układu immunologicznego zaliczane do leukocytów agranularnych, stanowiące 4–8% leukocytów w krwi obwodowej

odczyn Biernackiego (OB)

badanie diagnostyczne oparte na pomiarze szybkości opadania erytrocytów we krwi, którą po dodaniu czynników hamujących krzepnięcie umieszcza się w kalibrowanej rurce; badanie nieswoiste, nie daje bowiem określonego rozpoznania; najczęściej podwyższona wartość liczbowa OB wskazuje na proces zapalny toczący się w organizmie, którego przyczyną mogą być bakterie lub wirusy; ponadto przyspieszone OB występuje w chorobach tkanki łącznej, chorobach nowotworowych, białaczkach, niektórych chorobach nerek, ostrym uszkodzeniu wątroby, niedokrwistości, może występować także w ciąży; odczyn opadania krwinek odkrył i opisał w 1894 roku Edmund Biernacki

trombocyty

krwinki kręgowców biorące udział w krzepnięciu krwi; u ssaków funkcję trombocytów pełnią płytki krwi; u większości kręgowców wrzecionowate, jądrazte komórki, wywodzące się z tromboblastów

Gra edukacyjna

Polecenie 1

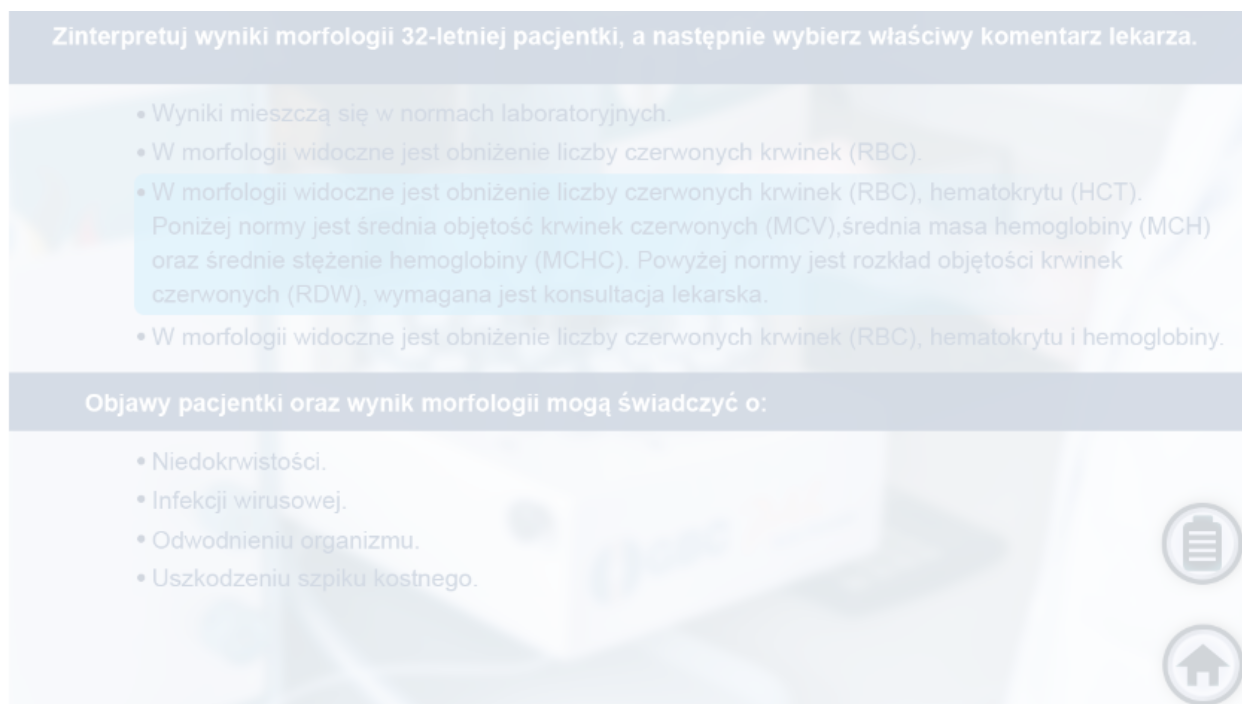
Wciel się w rolę współpracownika doktora House'a i zinterpretuj wyniki badań trzech pacjentów.

Zinterpretuj wyniki morfologii 32-letniej pacjentki, a następnie wybierz właściwy komentarz lekarza.

- Wyniki mieszczą się w normach laboratoryjnych.
- W morfologii widoczne jest obniżenie liczby czerwonych krwinek (RBC).
- W morfologii widoczne jest obniżenie liczby czerwonych krwinek (RBC), hematokrytu (HCT). Poniżej normy jest średnia objętość krwinek czerwonych (MCV), średnia masa hemoglobiny (MCH) oraz średnie stężenie hemoglobiny (MCHC). Powyżej normy jest rozkład objętości krwinek czerwonych (RDW), wymagana jest konsultacja lekarska.
- W morfologii widoczne jest obniżenie liczby czerwonych krwinek (RBC), hematokrytu i hemoglobiny.

Objawy pacjentki oraz wynik morfologii mogą świadczyć o:

- Niedokrwistości.
- Infekcji wirusowej.
- Odwodnieniu organizmu.
- Uszkodzeniu szpiku kostnego.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DO5Cpnm7I>

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wybierz poprawne stwierdzenia dotyczące badania morfologii krwi.

- ☐ Jest jakościową metodą oceny składników morfotycznych krwi.
- ☐ Norma hemoglobiny w badaniu jest różna w zależności od płci i wieku pacjenta.
- ☐ Lekarz, oprócz analizy morfologii, musi także zebrać wywiad zgodnie z zasadą „Nie leczy się wyników badań, tylko pacjenta”.
- ☐ Jest ilościową metodą oceny składników morfotycznych krwi.

Ćwiczenie 2



Ułóż nazwy elementów morfotycznych krwi według wzrostu ich liczebności we krwi człowieka zgodnie z przyjętymi normami w badaniu morfologicznym krwi.

neutrofile



eozynofile



płytki krwi



limfocyty



bazofile



erytrocyty



Ćwiczenie 3



Uzupełnij tekst odpowiednimi sformułowaniami.

Płytki krwi, czyli , biorą udział w krwi. Za normę, czyli wystarczającą liczbę tych elementów morfotycznych, pozwalającą na sprawny przebieg procesu krzepnięcia krwi w razie zranienia, uznaje się płytek. Liczba płytek w wyniku mniejsza niż prawidłowa wynika często z błędu przedlaboratoryjnego, czyli przeprowadzenia badania po zbyt długim czasie od pobrania krwi. Może też być związana z witaminy B₁₂ lub/i kwasu foliowego u pacjenta. Jako przyczynę nieprawidłowego wyniku w dalszej kolejności należy rozważyć uszkodzenie miejsca ich produkcji, czyli . Czasem ich nieprawidłowy poziom w badaniu wynika z występowania rzadkich zespołów chorobowych, skutkujących ich .

Ćwiczenie 4



Przyporządkuj podanym nieprawidłowościom ich obraz w badaniu morfologicznym krwi.

zakażenie pasożytnicze

wzrost liczby eozynofili

niedobór żelaza

spadek liczby erytrocytów

odwodnienie

wzrost poziomu hematokrytu

stosowanie kortykosterydów

spadek liczby limfocytów

Ćwiczenie 5



Przyporządkuj poniższe zaburzenia odpowiednim obrazom morfologii krwi.

Wzrost liczby granulocytów kwasochłonnych

świnka

owsica

różyczka

chłoniaki

zarażenie tasiemcem
nieuzbrojonym

przewlekła białaczka
limfatyczna

glistnica

odra

astma oskrzelowa

krztusiec

katar sienny

Wzrost liczby limfocytów

Ćwiczenie 6



Oceń i zaznacz, czy podane stwierdzenia są prawdziwe, czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Zwiększenie całkowitej liczby leukocytów spowodowane jest najczęściej zakażeniem organizmu, w wyniku którego uwalniane są młode formy leukocytów ze szpiku kostnego do krwi.	☐	☐
Spadek poziomu hematokrytu może być spowodowany zarówno nadkrwistością, jak i odwodnieniem.	☐	☐
Wzrost liczby krwinek białych to leukopenia, która może być spowodowana nadmiernym wysiłkiem fizycznym.	☐	☐

Ćwiczenie 7



Do lekarza rodzinnego zgłosiła się 18-letnia pacjentka. Od ok. miesiąca czuła się osłabiona i cierpiała na silne bóle głowy. Zapytana o samopoczucie podczas uczenia się, wskazała spadek koncentracji w ostatnich dwóch tygodniach. W badaniu przedmiotowym lekarz stwierdził znaczną błądź skóry oraz błon śluzowych jamy ustnej. Po zakończeniu badania skierował pacjentkę na badanie morfologii krwi.

Wynik badania morfologii ukazał odchylenia parametrów:

Hemoglobina Hb 10,5 g/dl ↓

Średnia objętość krwinek czerwonych MCV 74 fl ↓

Średnia masa hemoglobiny MCH 21 pg ↓

Średnie stężenie hemoglobiny MCHC 28 g/dl ↓

Określ, na podstawie których parametrów morfologii krwi lekarz postawił rozpoznanie niedokrwistości z niedoboru żelaza. Odpowiedź uzasadnij.

Ćwiczenie 8



Do przychodni lekarza rodzinnego zgłosiła się 25-letnia pacjentka. Kobieta od trzech tygodni zmagала się z gorączką i nocnymi potami. Tydzień temu zakończyła antybiotykoterapię z powodu trzeciej już w ciągu ostatnich trzech miesięcy anginy. Zauważyła u siebie duszność, zmniejszoną tolerancję wysiłku i przyspieszenie akcji serca. Oprócz tego kilka dni temu miała epizod krwawienia z nosa, a na jej skórze pojawiły się wybroczyny, których nie potrafiła połączyć z żadnym urazem. Lekarz zlecił jej natychmiastowe wykonanie badania morfologii krwi obwodowej.

Wynik badania pacjentki	Norma
Hb 10,0 g/dl	11,5–16,0 g/dl
HCT 29,7%	Dla kobiet: 37–47%
RBC $3,5 \times 10^{12}/l$	$4,2–5,4 \times 10^{12}/l$
NEUT $0,6 \times 10^9/l$	$1,8–7,7 \times 10^9/l$
LYMPH $4,1 \times 10^9/l$	$1,0–4,5 \times 10^9/l$
PLT $45 \times 10^9/l$	$130–450 \times 10^9/l$

Wyjaśnij, które ze zbadanych parametrów i dlaczego są związane z objawami u pacjentki.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Wartość diagnostyczna badania laboratoryjnego krwi

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Budowa i fizjologia człowieka.

4. Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:

12) wykazuje związek między stylem życia i chorobami układu krążenia (miażdżyca, zawał mięśnia sercowego, choroba wieńcowa serca, nadciśnienie tętnicze, udar, żylaki); przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu krążenia (EKG, USG serca, angiokardiografia, badanie Holtera, pomiar ciśnienia tętniczego, badania krwi);

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

3) Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:

r) wykazuje związek między stylem życia i chorobami układu krążenia (miażdżyca, zawał mięśnia sercowego, choroba wieńcowa serca, nadciśnienie tętnicze, udar, żylaki); przedstawia znaczenie badań diagnostycznych w profilaktyce chorób układu krążenia (EKG, USG serca, angiokardiografia, badanie Holtera, pomiar ciśnienia tętniczego, badania krwi),

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Przeanalizujesz elementy krwi oraz ich wartości.
- Wyjaśnisz, czym jest morfologia krwi i w jakim celu się ją wykonuje.
- Zinterpretujesz wyniki badań morfologicznych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- gra dydaktyczna;
- metoda przypadków.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- telefony z dostępem do internetu.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Wartość diagnostyczna badania laboratoryjnego krwi”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 1 (w którym mają za zadanie wybrać wszystkie stwierdzenia poprawnie charakteryzujące badanie morfologii krwi) z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Raport z przygotowań.** Nauczyciel za pomocą dostępnego w panelu użytkownika raportu sprawdza przygotowanie uczniów do lekcji, m.in. kto zapoznał się z udostępnionym e-materiałem. Nauczyciel poleca uczniom przygotować

w parach pytania z nim związane. Czego uczniowie chcą się dowiedzieć? Co ich interesuje w związku z tematem lekcji?

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Gra edukacyjna”).** Uczniowie wcielają się w rolę doktora House’a (na wybranych poziomach) i interpretują wyniki badań sześciorga pacjentów.
2. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie tworzą niewielkie, 3- lub 4-osobowe zespoły i wykonują ćwiczenie nr 8 (w którym na podstawie opisu przypadku oraz wyników badania krwi mają za zadanie wyjaśnić, które ze zbadanych parametrów i dlaczego są związane z objawami prezentowanymi przez pacjentkę) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie wskazany zespół prezentuje przygotowane odpowiedzi. Klasa ocenia ich poprawność. Nauczyciel wyjaśnia ewentualne wątpliwości.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie odpowiadają na pytania sformułowane we wstępnej fazie lekcji.
2. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 6 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: tworzą trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 2 do 5 oraz 7 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Nauczyciel może wykorzystać medium zamieszczone w sekcji „Gra edukacyjna” do podsumowania lekcji.