



Tropizmy serca

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Serce człowieka wykonuje nieustanną pracę. W ciągu ludzkiego życia o przeciętnej długości 68–70 lat, kurczy się średnio 2,5–3,5 mld razy.

Źródło: Mathieu Bouvier, Flickr, domena publiczna.

Układ nerwowy i hormonalny regulują pracę serca na zasadzie tropizmu. Neuroprzekaźniki oraz hormony mogą działać hamująco na pracę serca, wykazując w ten sposób tropizm ujemny, lub pobudzająco, czyli wykazując tropizm dodatni. Układy współczulny i przywspółczulny działają antagonistycznie w odniesieniu do swojego wpływu na tropizm serca.

Twoje cele

- Wymienisz rodzaje tropizmów serca.
- Zdefiniujesz pojęcia: inotropizm, chronotropizm, dromotropizm oraz batmotropizm serca.
- Wykażesz wpływ poszczególnych neurohormonów na tropizmy serca.
- Wyjaśnisz wpływ układu współczulnego i przywspółczulnego na tropizmy serca.

Przeczytaj

Tropizmy serca to wrodzona skłonność tego narządu do zmian sposobu pracy, pod wpływem odbioru określonych bodźców (w postaci neuroprzekaźników lub hormonów).

Układ autonomiczny a tropizm serca

Układ autonomiczny (wegetatywny) można podzielić na układ współczulny, który mobilizuje nasz organizm (zwłaszcza w sytuacji stresowej, wymagającej szybkich reakcji organizmu), oraz układ przywspółczulny, działający przeciwnie do współczulnego.

W odniesieniu do tropizmu serca te dwa układy działają antagonistycznie (przeciwnie). **Noradrenalina** i **adrenalina**, będące neuroprzekaźnikami układu współczulnego, wykazują tropizm dodatni na serce, natomiast **acetylocholina**, będąca przekaźnikiem układu przywspółczulnego, charakteryzuje się tropizmem ujemnym.

Inotropizm serca

Działanie inotropowe oznacza wpływ danej substancji na siłę skurczu mięśnia sercowego. Działanie inotropowe ujemne wykazuje uwalniana z zakończeń neuronów przywspółczulnych acetylocholina. Oznacza to, że zmniejsza ona siłę skurczu mięśnia sercowego. Przeciwnie działa uwalniana z zakończeń neuronów współczulnych noradrenalina. Zwiększa ona siłę skurczu mięśnia sercowego, co znaczy, że działa inotropowo dodatnio.

Substancje nazywane **glikozydami nasercowymi** mają zdolność do zwiększania siły skurczu mięśnia sercowego, czyli działają inotropowo dodatnio. Glikozydy nasercowe



znajdziemy w liściach konwalii majowej, naparstnicy purpurowej i naparstnicy wełnistej.

Kwitnąca konwalia majowa.

Źródło: *Danny Steven S.*, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DR2VD9vZG>

Trójwymiarowy model serca człowieka.

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

Film zawiera trójwymiarowy model serca ludzkiego, ukazujący anatomiczne szczegóły tego narządu.

Chronotropizm serca

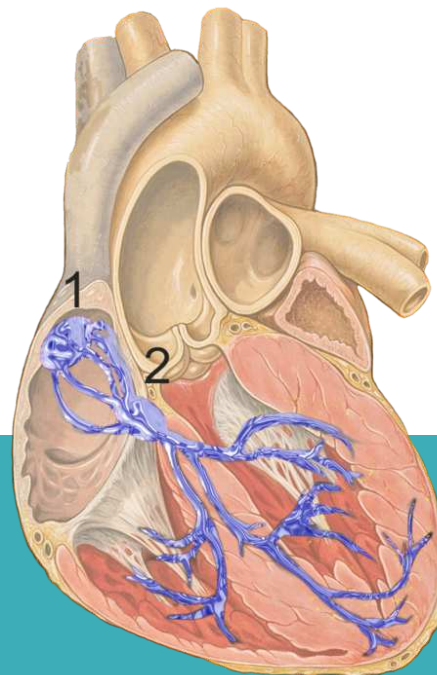
Działanie chronotropowe oznacza wpływ danej substancji na częstotliwość skurczów serca. Na przykład acetylocholina działa chronotropowo ujemnie, ponieważ prowadzi do zmniejszenia częstotliwości skurczów serca. Przeciwnie działa noradrenalina, która powoduje zwiększenie częstotliwości skurczów serca. Noradrenalina działa więc chronotropowo dodatnio.

Wspomniane wcześniej glikozydy nasercowe, oprócz działania inotropowo dodatniego, wykazują również działanie chronotropowo ujemne.

Dromotropizm serca

Działanie dromotropowe określa wpływ danej substancji na szybkość przewodzenia impulsów w węźle przedsionkowo-komorowym w układzie bodźcotwórczo-przewodzącym serca. Substancja o działaniu dromotropowo dodatnim powoduje przyspieszenie przewodzenia w węźle przedsionkowo-komorowym, co oznacza, że pobudzenie szybciej dotrze z przedsionka do

komór i szybciej nastąpi skurcz komór serca. W taki sposób działa uwalniana z zakończeń neuronów współczulnych noradrenalina. Przeciwnie działa acetylocholina, która wykazuje dromotropizm ujemny. Obniża szybkość przewodzenia w węźle przedsionkowo-komorowym, co powoduje późniejsze wystąpienie skurczu komór serca.

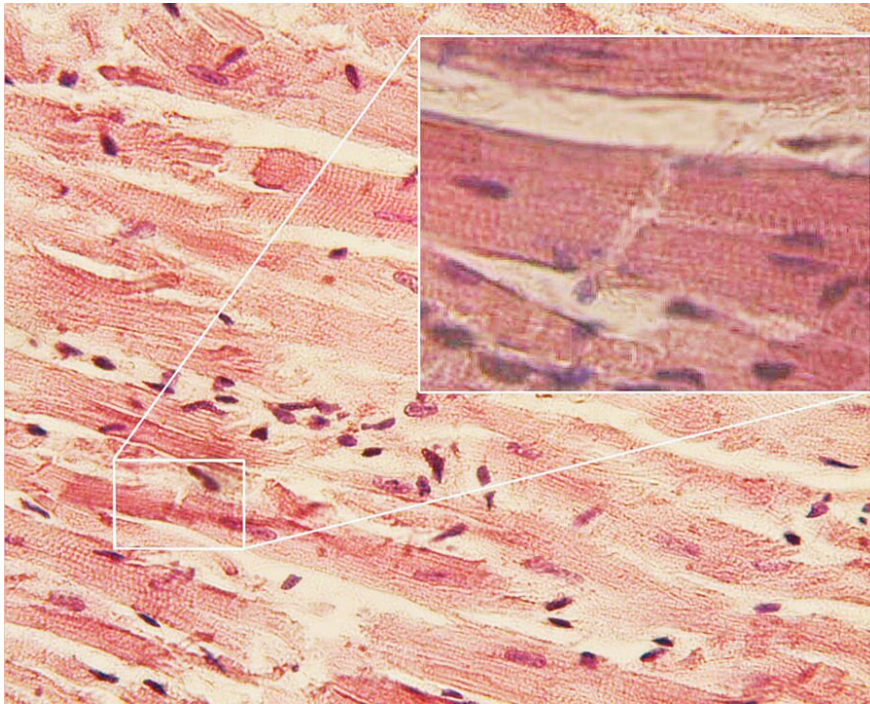


Schemat układu bodźcotwórczo-przewodzącego serca. Cyfrą 1 został oznaczony węzeł zatokowo-przedsionkowy, a cyfrą 2 – węzeł przedsionkowo-komorowy.

Źródło: J. Heuser, Wikimedia Commons, licencja: CC BY 2.5.

Batmotropizm serca

Działanie batmotropowe oznacza wpływ na pobudliwość komórek mięśnia sercowego. Noradrenalina działa w sposób batmotropowo dodatni, co oznacza, że zwiększa pobudliwość komórek mięśnia sercowego. Przeciwnie działa acetylocholina, która zmniejsza pobudliwość komórek mięśnia sercowego – działa więc batmotropowo ujemnie.



Tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana serca to jedyny mięsień poprzecznie prążkowany, którego praca nie podlega naszej woli.

Źródło: Dr. S. Girod, Anton Becker, Wikimedia Commons, licencja: CC BY 2.5.

Adrenalina a tropizm serca

Adrenalina to hormon wytwarzany w rdzeniu nadnerczy oraz neuroprzekaźnik uwalniany przez zakończenia nerwowe włókien układu współczulnego. Adrenalina działa na serce w sposób podobny do noradrenaliny:

- chronotropowo dodatnio – zwiększa częstość skurczów serca;
- inotropowo dodatnio – zwiększa siłę skurczu mięśnia sercowego;
- dromotropowo dodatnio – przyspiesza przewodzenie w węźle przedsionkowo-komorowym;
- batmotropowo dodatnio – zwiększa pobudliwość komórek mięśnia sercowego.

Ciekawostka

Znane są również inne niż wymienione powyżej rodzaje tropizmu. Należą do nich:

- lusitropizm – oznacza wpływ na **długość fazy rozkurczu serca**. Substancje o działaniu lusitropowym dodatnim powodują przyspieszenie rozkurczania się serca, natomiast działanie lusitropowe ujemne oznacza zwolnienie rozkurczania się mięśnia sercowego. Substancją o działaniu lusitropowo dodatnim jest adrenalina;

- tonotropizm – oznacza wpływ na **napięcie komórek**. Tonotropizm dodatni oznacza zwiększenie napięcia komórek, natomiast tonotropizm ujemny – zmniejszenie tego napięcia.

Słownik

acetylocholina

ester choliny i kwasu octowego, chemiczny przekaźnik impulsów w układzie nerwowym; jest ściśle związana z funkcją układu przywspółczulnego i odpowiedzialna za objawy jego pobudzenia

adrenalina

(epinefryna), hormon i neuroprzekaźnik z grupy amin katecholowych; wytwarzany w rdzeniu nadnerczy, a także w niektórych neuronach ośrodkowego układu nerwowego

antagonizm

(z gr. *antagōnisma*, czyli „opozycja”); przeciwstawne działanie dwóch substancji lub układów

autonomiczny układ nerwowy

dzieli się na układ współczulny i przywspółczulny, a jego rola polega na regulowaniu i koordynowaniu funkcjonowania narządów wewnętrznych, takich jak serce

noradrenalina

(norepinefryna) amina katecholowa należąca do substancji neuroprzekaźnikowych układu współczulnego oraz ośrodkowego układu nerwowego

układ bodźcotwórczo-przewodzący

grupa komórek znajdujących się w sercu, która wytwarza oraz rozprowadza impulsy elektryczne prowadzące do skurczu przedsionków i komór serca

węzeł przedsionkowo-komorowy

część układu bodźcoprzewodzącego serca, zlokalizowana w przegrodzie przedsionkowo-komorowej; przewodzi bodźce elektryczne z przedsionków do komór

Film samouczek

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DV8KXeInZ>

Tropizmy serca.

Źródło: EnglishSquare.pl Sp. z o. o., Inga Wójtowicz, licencja: CC BY-SA 3.0.

Nagranie filmowe lekcji.

Polecenie 1

Opisz wpływ układu nerwowego oraz hormonalnego na powstawanie efektu inotropowego dodatniego i ujemnego.

Polecenie 2

Na podstawie dostępnych Ci źródeł i własnej wiedzy wyjaśnij, w leczeniu jakich rodzajów zaburzeń pracy serca skuteczne będą glikozydy nasercowe.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Przyporządkuj odpowiednie definicje do podanych poniżej rodzajów tropizmów serca.

Inotropizm

Wpływ na szybkość przewodnictwa pobudzenia w węźle przedsionkowo-komorowym.

Chronotropizm

Wpływ na siłę skurczu mięśnia sercowego.

Dromotropizm

Wpływ na częstotliwość skurczów serca.

Ćwiczenie 2



Podane poniżej hasła przydziel do grupy tropizmu dodatniego lub ujemnego.

Tropizm dodatni

Układ współczulny

Układ przywspółczulny

Prowadzi do hamowania pracy serca

Tropizm ujemny

Acetylocholina

Noradrenalina

Prowadzi do pobudzenia pracy serca

Ćwiczenie 3



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

	Prawda	Fałsz
Efekt dromotropowy jest związany jedynie z funkcją węzła zatokowo-przedsionkowego.	☐	☐
W przypadku tropizmów serca układ przywspółczulny ma wpływ synergistyczny* do układu współczulnego.	☐	☐
Istnieją substancje działające dodatnio na jeden rodzaj tropizmu, a ujemnie na inny.	☐	☐
Układy współczulny i przywspółczulny są zawsze aktywne, czynność serca jest zależna od tego, który przeważa.	☐	☐

*synergizm – współdziałanie różnych czynników, skuteczniejsze niż suma ich oddzielnych działań

Ćwiczenie 4



Spośród podanych poniżej zaznacz wszystkie prawidłowe stwierdzenia na temat adrenaliny.

☐ Działa antagonistycznie do acetylocholiny.

☐ Działa ino- i chronotropowo dodatnio, ale dromotropowo ujemne.

☐ Jest wytwarzana w rdzeniu nadnerczy i uwalniana przez zakończenia nerwowe włókien układu współczulnego.

☐ Działa dromo-, chrono- i inotropowo dodatnio.

☐ W większości przypadków działa antagonistycznie do noradrenaliny.

☐ Jest wytwarzana przez korę nerek i uwalniana przez kłębuszki nerkowe.

Ćwiczenie 5



Uzupełnij tekst, wybierając prawidłowe sformułowania spośród propozycji podanych poniżej.

Glikozydy nasercowe to silnie działające na człowieka substancje , które znajdujemy między innymi w . Mają one duży wpływ na pracę serca, działając dodatnio oraz ujemnie. Dzięki temu w sercu następuje siły skurczu, obniżenie oraz częstotliwości skurczów i hamowanie . Dzięki swoim właściwościom były kiedyś wykorzystywane w medycynie do leczenia . Miały jednak dość dużo działań niepożądanych, między innymi powodowały . Obecnie, ze względu na ich bardzo silne działanie i , zostały w większości zastąpione przez farmakologiczne substancje .

chronotropowo i dromotropowo

rozległych krwawień tętniczych

syntetyczne

zmniejszenie

zwierzęce

bezsennaść, nudności, wymioty oraz zaburzenia słuchu i widzenia

niewystarczający profil bezpieczeństwa

roślinne

liściach konwalii majowej, naparstnicy purpurowej i naparstnicy wełnistej

inotropowo i batmotropowo

korzeniach sosny kaukaskiej, mniszka lekarskiego i cisu

niewydolności serca

progu pobudliwości

niskie koszty produkcji

wzrost

przewodnictwa

Ćwiczenie 6



Uzupełnij tabelę, przeciągając w odpowiednie miejsca hasła podane poniżej.

	Efekt tropowy dodatni	Efekt tropowy ujemny
Inotropizm		
Chronotropizm		
Dromotropizm		
Batmotropizm		

Zwiększenie napięcia komórek mięśnia sercowego

Zwiększenie siły skurczu serca

Zwiększenie pobudliwości komórek mięśnia sercowego

Zmniejszenie napięcia komórek mięśnia sercowego

Zmniejszenie częstotliwości skurczów serca

Przyspieszenie rozkurczania się mięśnia sercowego

Zmniejszenie siły skurczu serca

Zwolnienie rozkurczania się mięśnia sercowego

Przyspieszenie przewodnictwa w węźle zatokowo-przedsionkowym

Zwolnienie przewodnictwa w węźle zatokowo-przedsionkowym

Zmniejszenie pobudliwości komórek mięśnia sercowego

Zwiększenie częstotliwości skurczów serca



Rdzeń nadnerczy wydziela aminy katecholowe – adrenalinę i noradrenalinę. Noradrenalina jest szeroko spotykana poza rdzeniem gruczołu nadnerczowego jako przekaźnik nerwowy w ośrodkowym układzie nerwowym (OUN) oraz w pozazwojowych włóknach współczulnych. W organizmie człowieka adrenalina pochodzi głównie z rdzenia nadnerczy. Wydzielanie amin katecholowych z rdzenia nadnerczy pobudzane jest przez wiele bodźców stresowych: wysiłek fizyczny, ból, krwotok, hipoglikemię, niedotlenienie, zabieg chirurgiczny, znieczulenie eterem i inne. Aminy katecholowe zwiększają szybkość i częstość skurczów mięśnia sercowego oraz jego pobudliwość (...).

Źródło: Konrad Szosland, Mariusz Klencki, Krzysztof Lewandowski, Małgorzata Knapska-Kucharska, Andrzej Lewiński, *Badania czynnościowe rdzenia nadnerczy*, Wydawnictwo Czelej, <https://czelej.com.pl>.

Na podstawie przedstawionego fragmentu tekstu oraz wiedzy własnej określ, jaki wpływ na pracę serca ma wysiłek fizyczny. Odpowiedź uzasadnij, nazywając przynajmniej 2 efekty tropowe, które będzie można zaobserwować po rozpoczęciu wysiłku fizycznego.



Szczególne znaczenie z uwagi na możliwości kontroli farmakologicznej [ciśnienia tętniczego krwi] przypisuje się częstości pracy serca (HR) (...). Podlega ona ścisłej autogennej kontroli przez autonomiczny układ nerwowy, podobnie jak wiele innych zmiennych wpływających na funkcję układu sercowo-naczyniowego. Zaburzenie równowagi w zakresie kontroli układu autonomicznego, przejawiające się przewlekłą hiperaktywacją układu współczulnego z jednoczesowym zmniejszeniem napięcia układu przywspółczulnego, którego efektem jest przyspieszenie spoczynkowej HR, to istotny czynnik patogenetyczny wpływający na rozwój i utrwalanie niekorzystnych zmian narządowych w przebiegu pierwotnego nadciśnienia tętniczego u znaczącej liczby chorych.

Źródło: Maciej Krzysztof Kluk, Beata Woźakowska-Kapłon, *Częstość pracy serca a leczenie niepowikłanego nadciśnienia tętniczego*, Choroby Serca i Naczyń 2013;10(3):123-130, <https://journals.viamedica.pl>.

Na podstawie podanego fragmentu nazwij tropizm odnoszący się do czynnika wymienionego w tekście jako szczególnie istotny czynnik rozwoju niekorzystnych powikłań nadciśnienia tętniczego. Oceń, jaki tropizm powinien wykazywać lek przeciwdziałający temu czynnikowi.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Tropizmy serca

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

Podstawa programowa:

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:

p) przedstawia budowę serca człowieka oraz krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym,

q) przedstawia automatyzm pracy serca,

6) Regulacja nerwowa. Uczeń:

h) przedstawia rolę autonomicznego układu nerwowego w utrzymaniu homeostazy oraz podaje lokalizację ośrodków tego układu,

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):

- Wymienisz rodzaje tropizmów serca.
- Zdefiniujesz pojęcia: inotropizm, chronotropizm, dromotropizm oraz batmotropizm serca.
- Wykażesz wpływ poszczególnych neurohormonów na tropizmy serca.
- Wyjaśnisz wpływ układu współczulnego i przywspółczulnego na tropizmy serca.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- film samouczek;
- śniegowa kula.

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.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Tropizmy serca”. Prosi uczestników zajęć o zapoznanie się z tekstem w sekcji „Przeczytaj” i wykonanie ćwiczenia nr 1 oraz ćwiczenia nr 2 w sekcji „Sprawdź się”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla i odczytuje temat lekcji oraz zawarte w sekcji „Wprowadzenie” cele zajęć. Prosi uczniów lub wybraną osobę o sformułowanie kryteriów sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Prowadzący prosi uczniów, aby zastanowili się przez chwilę i zgłaszali swoje propozycje pytań do wspomnianego tematu. Jedna osoba może zapisywać je na tablicy. Gdy uczniowie wyczerpią pomysły, a pozostały jakieś ważne kwestie do poruszenia, nauczyciel je dopowiada.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Film samouczek”).** Uczniowie zapoznają się z materiałem udostępnionym przez nauczyciela. Następnie nauczyciel prosi podopiecznych, by pracując w parach, wyjaśnili, w leczeniu jakich rodzajów zaburzeń pracy serca skuteczne są glikozydy nasercowe. Uczniowie konsultują swoje rozwiązania z inną, najbliższą siedzącą parą.
2. **Kula śniegowa.** Nauczyciel informuje uczniów, że będą pracować metodą kuli śniegowej, poszukując w udostępnionym e-materiale odpowiedzi na następujące

pytania:

- Jaki jest wpływ poszczególnych neurohormonów na tropizmy serca?
- Jaki jest wpływ układu współczulnego i przywspółczulnego na tropizmy serca?

Nauczyciel objaśnia wspomnianą wyżej metodę i wynikające z niej kolejne etapy pracy:

- 1) najpierw uczniowie będą indywidualnie opracowywać odpowiedzi na zadane pytania;
- 2) potem połączą się w pary i porównają swoje propozycje, a na osobnej kartce zapiszą wspólne odpowiedzi;
- 3) kolejnym krokiem będzie połączenie się par w czwórki, które – jak poprzednio – skonfrontują swoje odpowiedzi;
- 4) uczniowie utworzą 8-osobowe zespoły i znów porównają swoje propozycje;
- 5) przedstawiciele poszczególnych zespołów 8-osobowych zaprezentują na forum klasy uzgodnione w grupie odpowiedzi.

3. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie w parach wykonują ćwiczenie nr 7 (w którym mają za zadanie określić – na podstawie przedstawionego fragmentu tekstu oraz własnej wiedzy – jaki wpływ na pracę serca ma wysiłek fizyczny, nazywając przynajmniej dwa efekty tropowe, które można zaobserwować po rozpoczęciu wysiłku fizycznego) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie porównują swoje odpowiedzi z najbliższymi sąsiadami. Nauczyciel w razie trudności naprowadza podopiecznych na właściwe rozwiązania lub wyjaśnia wątpliwości.
4. Uczniowie rozwiązują w grupach 4-osobowych ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie – na podstawie tekstu źródłowego – nazwać tropizm odnoszący się do czynnika wymienionego w tekście jako szczególnie istotny czynnik rozwoju niekorzystnych powikłań nadciśnienia tętniczego oraz ocenić, jaki tropizm powinien wykazywać lek przeciwdziałający temu czynnikowi), wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Po jego wykonaniu następuje omówienie rezultatów na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie uzupełniają tabelę w ćwiczeniu nr 6, dotyczącą efektów tropowych w różnych rodzajach tropizmów.
2. Chętni/wybrani uczniowie udzielają odpowiedzi na pytania sformułowane we wstępnej fazie lekcji.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 3 do 5 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Neil A. Campbell i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Rebis, Poznań 2019.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Nauczyciel może wykorzystać medium w sekcji „Film samouczek” do pracy przed lekcją. Uczniowie zapoznają się z jego treścią i przygotowują do pracy na zajęciach w ten sposób, żeby móc samodzielnie rozwiązać zadania.