



Systemy klasyfikacji i rodzaje receptorów zwierząt

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



Systemy klasyfikacji i rodzaje receptorów zwierząt

Nietoperze (Chiroptera) to latające ssaki prowadzące nocny tryb życia. Zwierzęta te wykształciły zdolność do określania położenia przeszkody lub ofiary na podstawie porównania charakterystyki wydanych przez siebie dźwięków z dźwiękami (echem) odbitymi od obiektu. Zjawisko to nazywamy echolokacją.

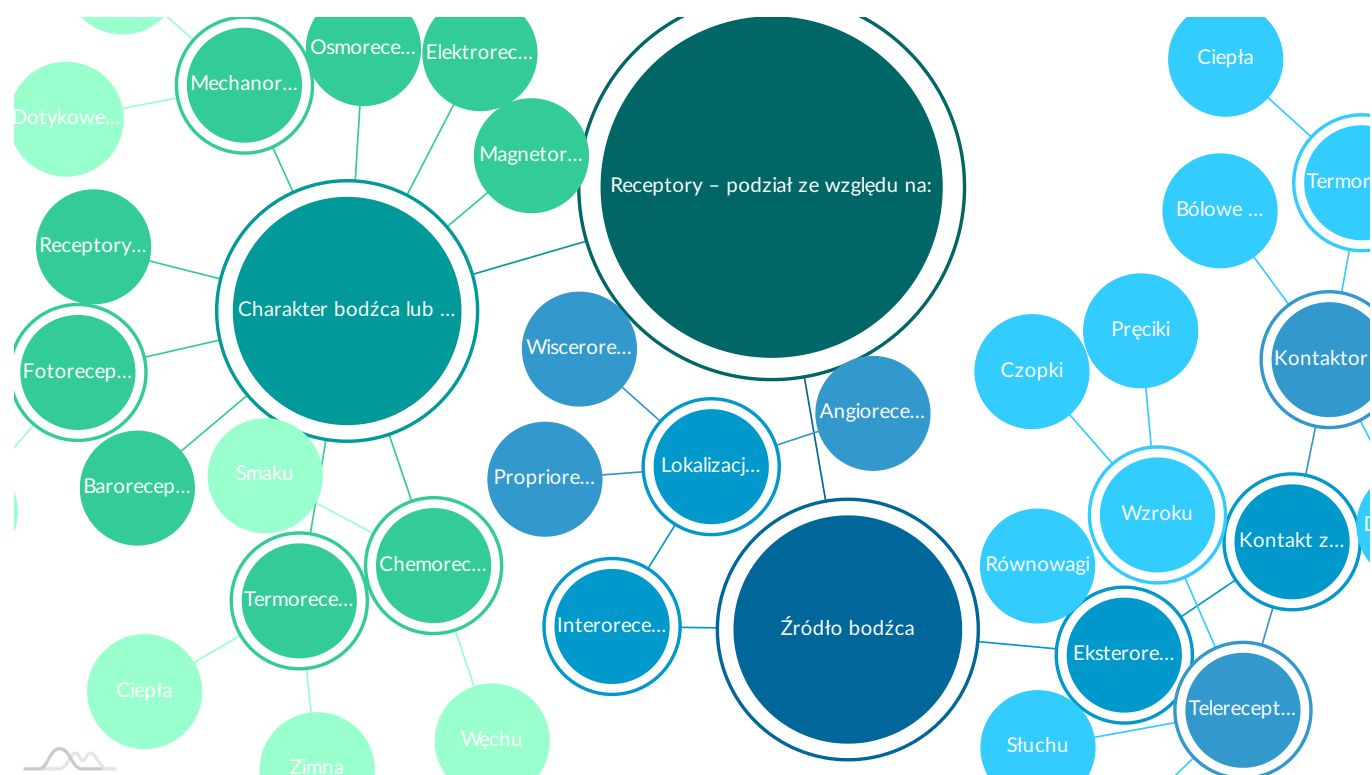
Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Nietoperze polują, wysyłając sygnały ultradźwiękowe, które po odbiciu wracają do ich czułych uszu, zdradzając im położenie owadów. Nocny tryb życia nietoperzy sprawia, że ich ofiarą najczęściej padają ćmy. Nie są one jednak w tej konfrontacji zupełnie bezbronne. W toku ewolucji u niektórych gatunków ciem wytworzył się specjalny rodzaj receptorów – mają one postać włosków, które pozwalają wychwycić generowane przez nietoperze ultradźwięki. U innych z kolei wykształciły się dołki przykryte błoną bębenkową, które podobnie jak uszy rejestrują fale dźwiękowe, ostrzegając owady przed zbliżającym się drapieżnikiem.

Twoje cele

- Wymienisz kryteria klasyfikacji receptorów zwierząt.
- Dokonasz klasyfikacji receptorów zwierząt, uwzględniając różne kryteria.
- Wskażesz miejsca występowania receptorów u zwierząt.
- Wykażesz związek pomiędzy lokalizacją receptorów w organizmie a pełnioną funkcją.

Rodzaje receptorów i sposoby ich klasyfikacji



Receptory – kryteria podziału.

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

Ze względu na źródło bodźca receptory dzielą się na:

Eksteroreceptory

Odbierają bodźce ze środowiska zewnętrznego. Dzielimy je ze względu na styczność z bodźcem na:

- **telereceptory** – odbierają bodźce docierające z pewnej odległości (np. receptory wzroku, słuchu i równowagi, powonienia);
- **kontaktoreceptory** – odbierają bodźce działające bezpośrednio na receptor (np. receptory smakowe, dotyku i nacisku, bólowe, termoreceptory).

Interoreceptory

Znajdują się wewnątrz ciała i odbierają bodźce ze środowiska wewnętrznego. Ze względu na lokalizację receptory dzielą się na:

- **proprioceptory** – znajdują się w narządach ruchu (stawowe, mięśniowe); informują o położeniu ciała oraz o lokalizacji jego części względem siebie (kinestezja);
- **wisceroreceptory** – znajdują się w narządach wewnętrznych; informują o stanie poszczególnych narządów;
- **angioreceptory** – znajdują się w naczyniach krwionośnych; informują o stanie środowiska w naczyniach.

Ze względu na charakter bodźca bądź stymulacji receptory dzielą się na:

Chemoreceptory

Chemoreceptory rozróżniają substancje chemiczne w wodzie, powietrzu i płynach ciała. Wyróżnia się wśród nich [receptory](#):

Smaku
Neurony smakowe kubków smakowych
Węchu

Receptory smaku znajdują się w [kubkach smakowych](#) na języku oraz w błonie śluzowej gardła, migdałków, podniebienia. Komórki receptorowe mają na swojej powierzchni mikrokosmki, które odbierają pięć smaków: słodki, słony, kwaśny, gorzki oraz umami. Chemoreceptory są wrażliwe jedynie na substancje chemiczne rozpuszczone w wodzie. Im bardziej płynna potrawa, tym wyraźniej czujemy jej smak.

Receptory węchu w postaci komórek receptorowych zaopatrzonych w rzęski występują w nabłonku zmysłowym wyściełającym dolną część jamy nosowej. Reagują one na związki chemiczne obecne w powietrzu oraz uwalniane z pokarmów znajdujących się w jamie ustnej.



U owadów receptory węchu zlokalizowane są na włoskach czuciowych występujących głównie na czułkach, ale także na stopach i w okolicach otworu gębowego. Chemoreceptory na czułkach samca śmę potrafią wyczuć substancje zapachowe wydzielane przez samicę nawet z odległości 3km. Zmysł chemiczny pozwala owadom lokalizować i wybrać właściwy pokarm, znaleźć partnera płciowego, miejsce gniazdowania.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

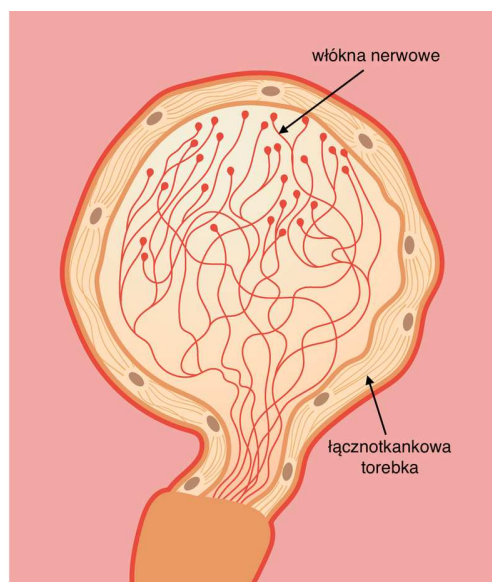
Termoreceptory

Termoreceptory kręgowców mają postać ciałek zmysłowych rozsianych w skórze właściwej. Reagują na spadek lub wzrost temperatury otoczenia względem temperatury ciała. Dzieli się na receptory:

Zimna

Kolby końcowe Krausego

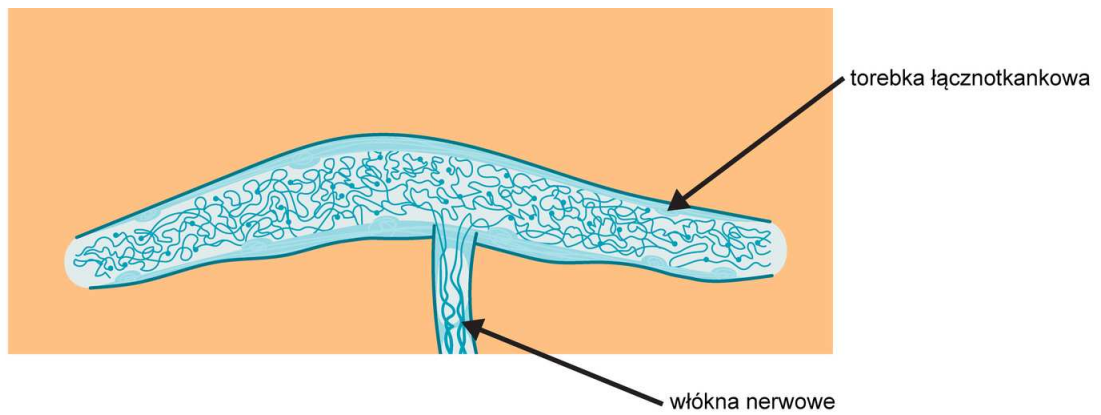
Narządy zmysłu termicznego skóry ssaków, pobudzane przez spadek temperatury skóry w stosunku do temperatury otoczenia. Zaliczane są do grupy eksteroreceptorów skóry, zbudowanych z pozbawionego mieliny zakończenia nerwowego otoczonego torebką.



Ciepła

Ciała zmysłowe Ruffiniego

Narządy zmysłu termicznego skóry ssaków, pobudzane przez wzrost temperatury skóry w stosunku do temperatury otoczenia. Leżą w głębszych warstwach skóry, tkance podskórnej i torebkach stawowych. Zaliczane są do grupy eksteroreceptorów skóry, zbudowanych z pozbawionego mieliny zakończenia nerwowego otoczonego torebką.



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

Niektóre gatunki zwierząt, np. pijawki, pluskwy, pytony czy grzechotniki, mają receptory służące do wykrywania podczerwieni. Promieniowanie podczerwone jest źródłem ciepła, które emitowane przez zwierzęta stałocieplne pobudza receptory, ułatwiając zlokalizowanie ofiary. Najbardziej czułe receptory podczerwieni ma chrząszcz *Melanophila consputa*, który bytuje w martwym lub uszkodzonym przez pożary drewnie. Potrafi on rozpoznać pożar nawet z odległości 130 km.

Fotoreceptory

Fotoreceptory wykazują wrażliwość na fotony światła. Wyróżniamy czopki i pręciki w siatkówce oka.

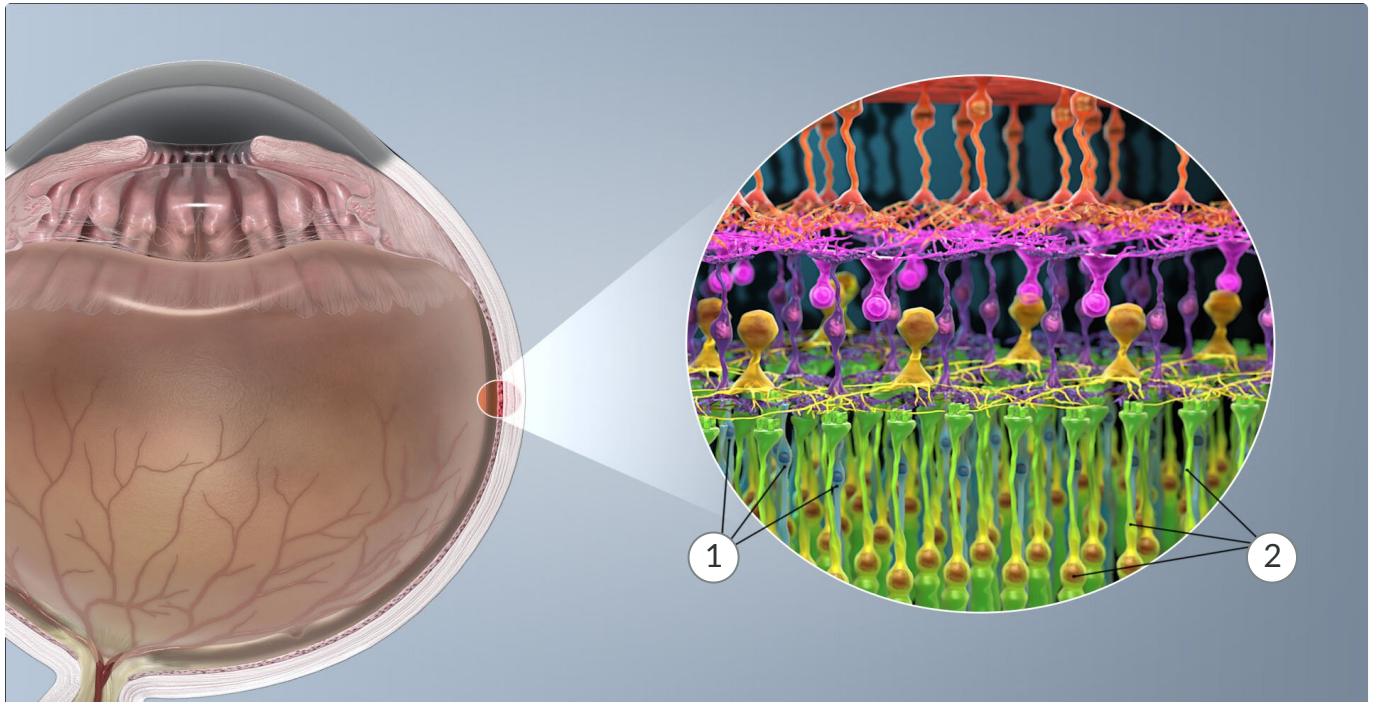
U parzydełkowców i wolno żyjących płazińców – wirków występują oczka proste. Mają one postać miseczkowatych zagłębień zawierających warstwę światłoczułych komórek – fotoreceptorów. Umożliwiają wykrywanie kierunku padania światła oraz jego intensywności, ale nie pozwalają na widzenie przedmiotów.



U owadów występują oczy złożone, składające się z różnej ilości pojedynczych oczek – omatidiów (u ważki jest ich około 28 tys.). Każde oczko widzi światło (jego natężenie) z niewielkiej części pola widzenia. Powstający obraz stanowi mozaikę punktów o różnej jasności odbieranych przez poszczególne omatidia. Owady reagują na ruch. Obraz, który odbierają, jest nieostry.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

W siatkówce oka kręgowców znajdują się dwa typy fotoreceptorów, które różnią się od siebie kształtem i funkcją. Pręciki nie rozróżniają barw, za to dobrze funkcjonują o zmroku, pozwalając na [widzenie skotopowe](#) (czarno-białe). Receptory te umożliwiają dostrzeganie konturów i ruchu przedmiotów. Czopki natomiast umożliwiają [widzenie fotonowe](#) (barwne). Zapewniają ostrość widzenia, a najlepiej funkcjonują w dzień. Zarówno czopki, jak i pręciki zaliczamy do fotoreceptorów, telereceptorów i eksteroreceptorów.



1

Pręciki

2

Czopki

Czopki i pręciki odpowiadają za prawidłowe widzenie. Czopki działają w dobrych warunkach oświetlenia. Odpowiadają za percepcję kolorów (niebieskiego, czerwonego i zielonego). Rozmieszczenie czopków jest nierównomierne, a miejsce ich największego zagęszczenia nazywa się plamką żółtą. W odróżnieniu od nich pręciki odpowiadają za widzenie zarysów i nie wymagają pełnego światła. Prawidłowe widzenie zależy od występowania odpowiedniej liczby czopków i pręcików o każdej porze dnia. Brak czopków powoduje ślepotę, czyli brak zdolności widzenia, natomiast brak pręcików skutkuje ślepotą zmierzchową, czyli brakiem widzenia przy niewielkim oświetleniu. Najnowsze badania pokazują, że pręciki mogą wspomagać czopki w odbieraniu bodźców w warunkach jasnego oświetlenia.

Źródło: Manu5, www.scientificanimations.com, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 4.0.

Mechanoreceptory

Mechanoreceptory reagują na odkształcenie tkanek. Wśród nich wyróżnia się m.in. receptory:

Dotykowe (tangoreceptory)

Ciała blaszkowate Vatera-Paciniego

Receptory dotyku u człowieka odbierające zmienny ucisk (wibrację). Obecne są w stawach i w tkance podskórnej.

Ciała Merkla

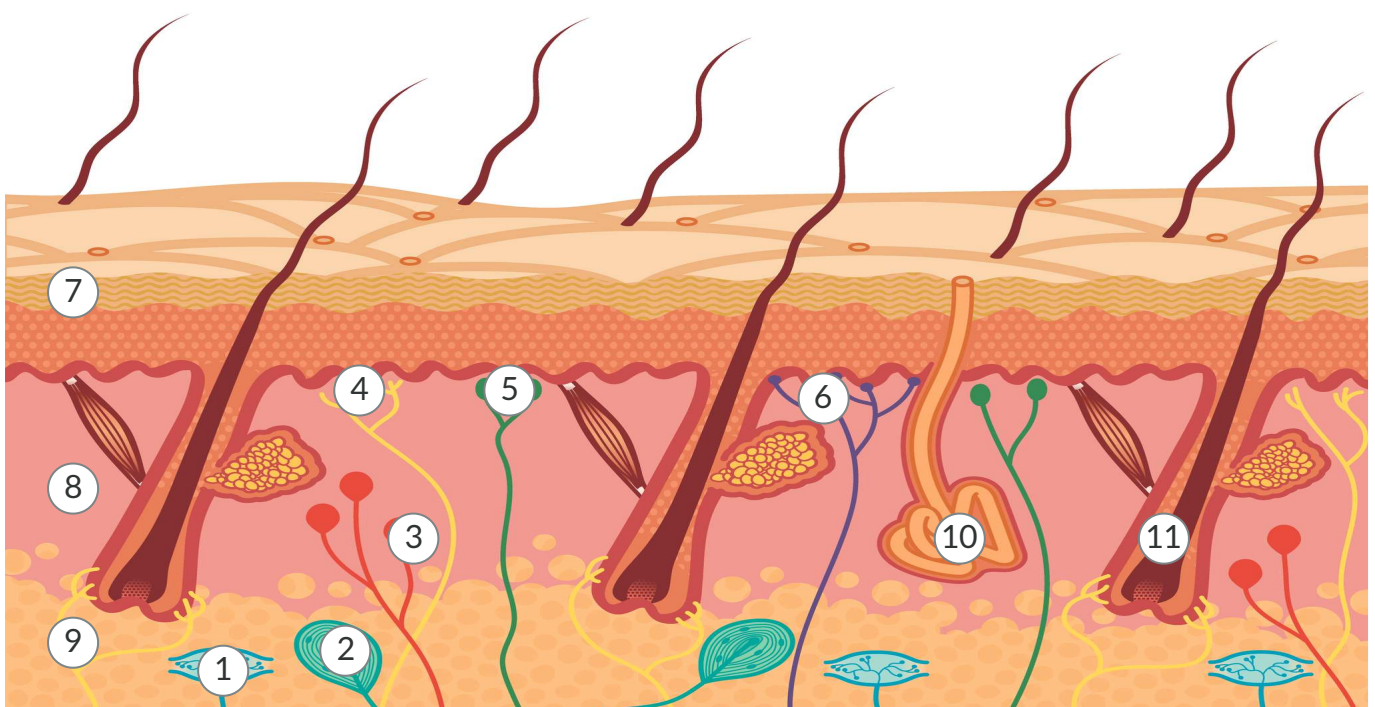
Wolne zakończenia nerwowe włókien niezmielinizowanych, które łączą się z komórkami warstwy podstawnej naskórka. W rejestracji bodźców dotykowych współpracują z ciałkami Meissnera.

Ciała Meissnera

Receptory dotykowe odpowiadające za odczuwanie lekkich, powierzchniowych wibracji.

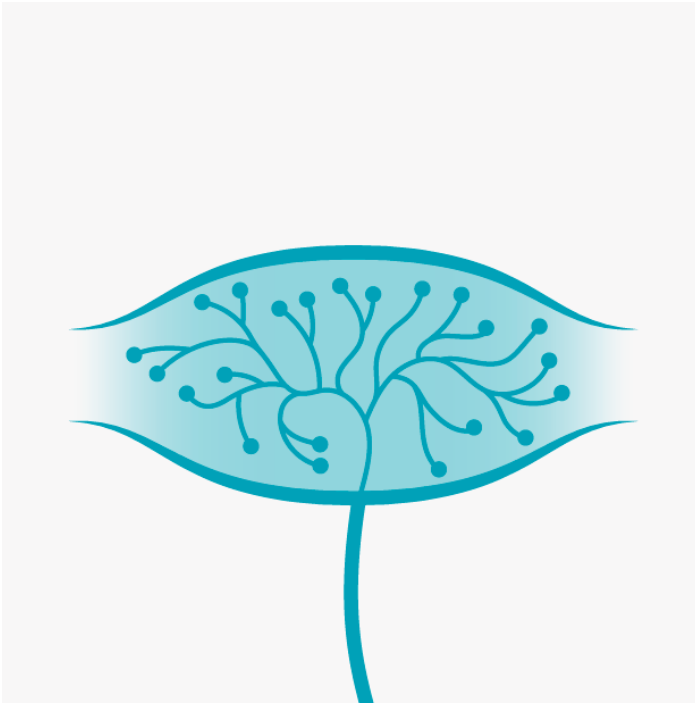
Ucisku (presoreceptory)

Reagujące na fale dźwiękowe, np. **narząd ślimakowy ucha wewnętrznego**.



1

Ciałka Ruffiniego



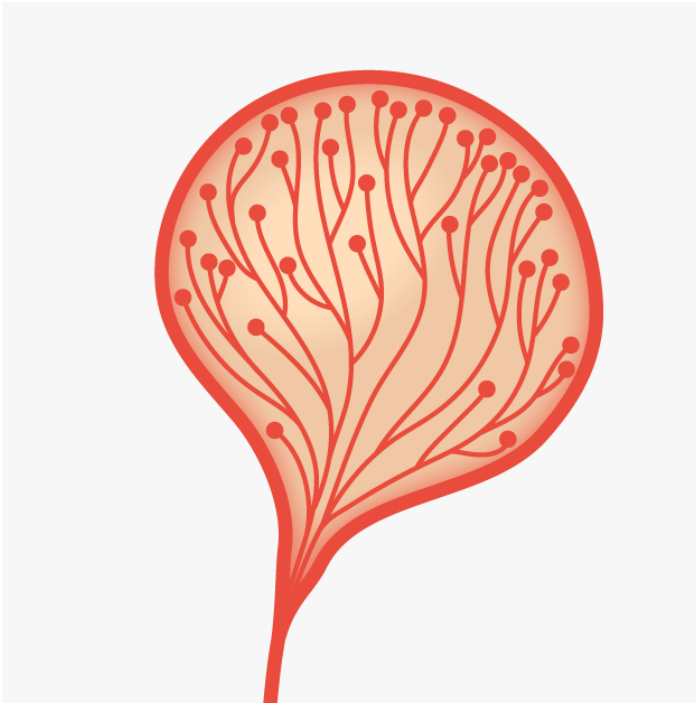
2

Ciałka blaszkowate (ciałka Vatera–Paciniiego)



3

Kolby końcowe (Krausego)



4

Wolne zakończenia nerwowe



5

Ciałka Meissnera



6

Ciałka Merkla



7

Naskórek

8

Skóra właściwa

9

Tkanka podskórna

10

Gruzoł potowy

11

Włos

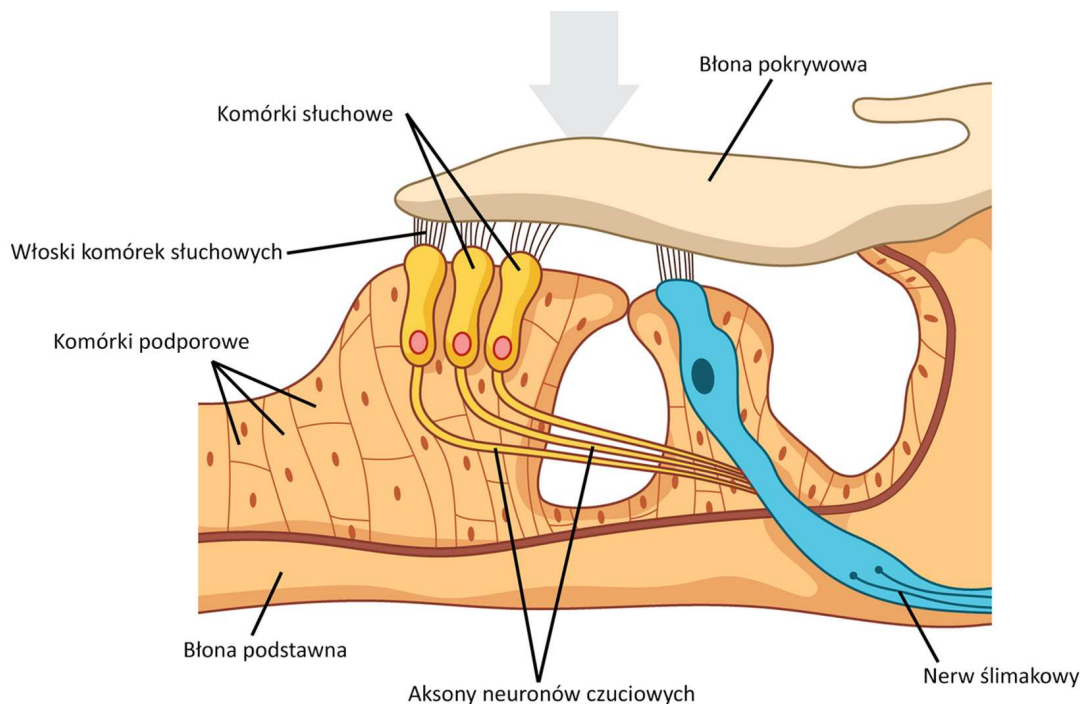
Dzięki obecnym w skórze licznym i różnorodnym receptorom pełni ona rolę narządu zmysłu czucia powierzchniowego. Blisko powierzchni skóry znajdują się mechanoreceptory wrażliwe na delikatny dotyk, mający postać bodźca o bardzo małej energii. Głębiej w skórze właściwej rozmieszczone są receptory reagujące na silniejszy nacisk i drgania – bodźce o dużej energii.

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

W mięśniach znajdują się mechanoreceptory w postaci wrzecionek nerwowo-mięśniowych wrażliwych na rozciąganie włókien mięśniowych. Składają się one z łącznotkankowej torebki, która zawiera włókna mięśniowe poprzecznie prążkowane, oplecione zakończeniami neuronów czuciowych i ruchowych.

Mechanoreceptory odbierające informacje o ruchu i położeniu ciała znajdują się w uchu wewnętrznym: kanałach półkolistych oraz woreczku i łagiewce. Trzy kanały półkoliste ucha wewnętrznego ułożone prostopadle do siebie w trzech płaszczyznach

wykrywają skręty głowy i przyspieszenie kątowe. Każdy z kanałów jest wypełniony płynem (endolimfą), a na jego końcu znajduje się ampulka. Zawiera ona pęczek mechanoreceptorów z rzęskami zanurzonymi w galaretowatej osłonce (osklepku). Skręty głowy wywołują ruch endolimfy, który powoduje wyginanie się osklepka i rzęsek, co inicjuje powstanie impulsu nerwowego.



W uchu wewnętrznym kręgowców znajduje się przewód ślimakowy wypełniony płynem – endolimfą. Wewnątrz ślimaka leży właściwy narząd słuchu – narząd spiralny (Cortiego). Jest on zbudowany z mechanoreceptorów (będących jednocześnie eksteroreceptorami i telereceptorami), czyli komórek rzęsatych rozmieszczonych na błonie podstawnej i przykrytych błoną pokrywową (pokrywającą). Rozpięte między dwoma błonami rzęski odbierają drgania endolimfy. Powstały impuls nerwowy przekazywany jest do ośrodków w mózgowiu.

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

Mechanoreceptory równowagi reagują na ruch płynu lub osiadające ziarna węglanu bądź fosforanu wapnia, które powodują odkształcenia struktur powierzchni komórek. U nasady pierwszej pary czułek raka czy homara, na brzegu parasola meduzy kążkopławów oraz u głowonogów i wirków występują narządy równowagi zwane statocystami. Mają one postać pęcherzyka, którego ściany budują mechanoreceptory zaopatrzone w rzęski. Wnętrze statocysty wypełnia płyn, w którym pływa ziarno węglanu wapnia lub fosforanu wapnia – [statolit](#). Gdy zwierzę zmienia swoje położenie, statolit podrażnia rzęski mechanoreceptorów. W odpowiedzi na powstały impuls nerwowy komórki mięśniowe kurczą się i przywracają zwierzęciu właściwą pozycję.



Na ciele owadów występują włoski, które odbierając bodźce mechaniczne, pełnią rolę mechanoreceptorów. Włoski zlokalizowane na czułkach komara wyczuwają wibracje skrzydeł lecącej samicy. U pszczoł pozwalają określić szybkość lotu. Pluskwiaki za ich pomocą wykrywają drgania powietrza wywołane przez zbliżającego się wroga. Z kolei owady wodne są dzięki nim informowane o sile ciśnienia.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Dla zainteresowanych

Mechanoreceptorem jest także neuromast – ciało czuciowe, które występuje w skórze i linii nabocznej ryb oraz kijanek płazów. Neuromasty ułożone są szeregowo wzdłuż boku ciała. Zwykle mieszczą się w zagłębieniach skóry, w rynience lub są zamknięte w wypełnionym śluzem kanale, który łączy się przez liczne otworki z powierzchnią skóry. Receptory te są wrażliwe na ruchy wody, informując o kierunku i sile jej prądów.

Magnetoreceptory

Magnetoreceptory reagują na zmiany natężenia i kierunku pola



Rudzik (*Erithacus rubecula*) należy do ptaków wędrujących. Przemieszczając się, dostosowuje receptory do odbioru zmieniającego się pola magnetycznego Ziemi.

Źródło: Diamonddavej, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

magnetycznego. Mają postać znajdującego się w czaszce drobnego ziarenka magnetytu – minerału zawierającego żelazo.

Magnetoreceptory działają jak kompas. Receptor ten jest wykorzystywany w czasie migracji przez ryby, ptaki, żółwie, a także motyle. Pole magnetyczne wykorzystują również psy, które załatwiając swoje potrzeby fizjologiczne, ustawiają się w kierunku północ-południe.

Elektroreceptory



Pod skórą suma elektrycznego (*Malapterurus electricus*) znajdują się elektroreceptory oraz narząd elektryczny generujący prąd o napięciu 350 V.

Źródło: Stan Shebs, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Elektroreceptory reagują na zmiany natężenia i kierunku pola elektrycznego.

Receptory te występują u stekowców (np. na dziobie u dziobaka) oraz u niektórych gatunków ryb chrzęstno- i kostnoszkieletowych. Dzięki nim zwierzę orientuje się w środowisku, lokalizuje zagrożenie czy ofiarę.

Osmoreceptory

Osmoreceptory reagują na zmiany ciśnienia osmotycznego. Znajdują się w jądrze nadwzrokowym i przykomorowym [podwzgórza](#).

Wzrost ciśnienia osmotycznego w płynach ustrojowych (głównie we krwi) powoduje pobudzenie osmoreceptorów, w wyniku czego następuje wyzwolenie uczucia pragnienia oraz wzmożone wydzielanie hormonu [wazopresyny](#). Hormon ten przyczynia się do zwiększonego wchłaniania zwrotnego wody w kanalikach nerkowych, zapobiegając nadmiernemu jej wydalaniu z moczem.

Baroreceptory

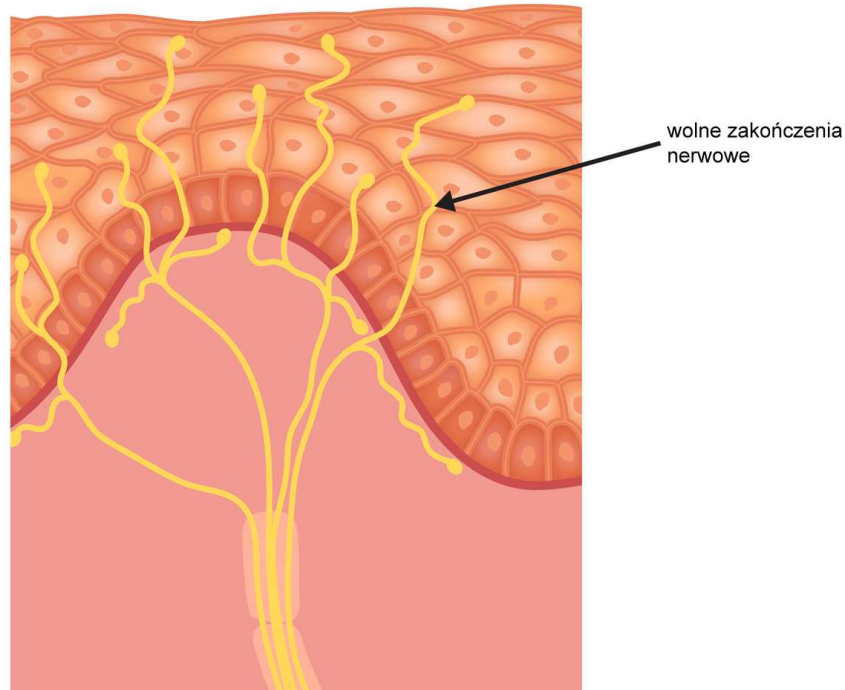
Baroreceptory to receptory wrażliwe na rozciąganie ścian naczyń krwionośnych spowodowane nagłym wzrostem tętniczego ciśnienia krwi.

Występują w ścianie łuku tętnicy głównej i w miejscu rozwidlenia tętnicy szyjnej. Pobudzenie baroreceptorów podczas rozciągania ścian tętnic przez wzrost ciśnienia krwi powoduje, za pośrednictwem [nerwu błędnego](#), odruchowe rozszerzenie tętniczek i zwolnienie czynności serca, a w konsekwencji obniżenie tętniczego ciśnienia krwi.

Nocyceptory

Nocyceptory, czyli receptory bólu, odbierają bodźce uszkodzające tkanki i dostarczają wrażeń bólowych.

Receptory te występują w naskórku, skórze właściwej, błonach śluzowych czy stawach w postaci wolny zakończeń nerwowych. Reagując na bodźce uszkodzające tkanki, pełnią funkcję ochronną – ostrzegają organizm przed szkodliwym bodźcem i uruchamiają mechanizmy obronne.



Schemat budowy nocyceptorów.

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

Ciekawostka

Niektóre receptory mogą reagować na bodźce inne niż właściwe dla ich funkcji. Nocyceptory i termoreceptory człowieka reagują na kapsaicynę zawartą w odmianach papryki (*Capsicum* sp.) o ostrym smaku, a receptory zimna są aktywowane mentolem.

Słownik

kubki smakowe

zmodyfikowane komórki nabłonkowe rozmieszczone na języku w jamie ustnej, będące receptorami smaku wrażliwymi na substancje chemiczne rozpuszczone w wodzie; w zależności od klasyfikacji zaliczane do chemoreceptorów, kontaktoreceptorów i eksteroreceptorów

narząd Cortiego (spiralny)

właściwy narząd słuchu w uchu wewnętrznym kręgowców, zawierający komórki słuchowe (rzęsate) odbierające bodźce mechaniczne w postaci drgań

nerw błędny

najdłuższy nerw, stanowiący dziesiątą z 12 par nerwów czaszkowych; unerwia opony mózgowe, gardło, krtani oraz narządy klatki piersiowej i jamy brzusznej

omatidium

pojedyncze oczko proste będące elementem oka złożonego stawonogów

otolit, statolit

ziarno węglanu wapnia lub fosforanu wapnia, wchodzące w skład narządu zmysłu słuchu i równowagi; wywiera ucisk na rzęski komórek receptorowych, informując o kierunku działania siły ciężkości

podwzgórze

część mózgu położona w międzymózgowiu, siedlisko ośrodków regulujących podstawowe funkcje życiowe i popędy, takie jak: pobieranie pokarmu i wody, termoregulacja, popęd płciowy, lęk i agresja; bierze udział w regulacji rytmów biologicznych, jest gruczołem dokrewnym i kontroluje wydzielanie innych gruczołów

receptor

wyspecjalizowana komórka zdolna do odbierania informacji ze środowiska zewnętrznego i wewnętrznego organizmu oraz przetwarzania energii działającego bodźca na impuls nerwowy, który drogami nerwowymi przekazywany jest do ośrodkowego układu nerwowego

wazopresyna

hormon wytwarzany w podwzgórzu, a magazynowany w tylnym płacie przysadki mózgowej; wzmagając wchłanianie zwrotne wody w kanalikach nerkowych, powoduje zmniejszenie wydalania wody przez nerki; pobudza skurcz mięśni gładkich, głównie naczyń krwionośnych

widzenie fotopowe

widzenie dzienne; praca narządu wzroku w warunkach normalnego oświetlenia; w rozpoznawaniu bodźców uczestniczą wyłącznie czopki

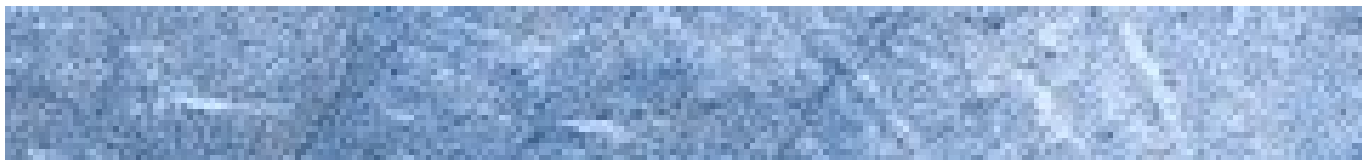
widzenie skotopowe

widzenie nocne; praca narządu wzroku w niekorzystnych oświetleniowo warunkach; w rozpoznawaniu bodźców uczestniczą wyłącznie pręciki; podczas widzenia skotopowego człowiek widzi świat czarno-biały, pozbawiony innych barw

Gra edukacyjna

Polecenie 1

Rozwiąż interaktywny quiz i sprawdź swoją wiedzę dotyczącą systemów klasyfikacji i rodzajów receptorów zwierząt.



Test

Sprawdź swoją wiedzę

Poziom trudności:

łatwy

Limit czasu:

4 min

Twój ostatni wynik:

–

Uruchom

Polecenie 2

Ułóż pytanie quizowe dotyczące systemu klasyfikacji i rodzajów receptorów zwierząt, a następnie daj je do rozwiązania swoim kolegom i koleżankom.

Question: ...

a. ...

b. ...

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłowe dokończenie zdania.

Utrzymanie równowagi podczas jazdy na nartach byłoby niemożliwe, gdyby nie informacje odbierane i przesyłane do mózgu przez...

☐ receptory elektromagnetyczne.

☐ proprioreceptory.

☐ termoreceptory.

☐ kontaktoreceptory.

Ćwiczenie 2



Dobierz do rodzaju bodźca właściwy rodzaj receptora.

zmiany ciśnienia krwi

angioreceptor

promieniowanie podczerwone

nocyceptor

dotknięcie rozgrzanego żelazka

proprioreceptor

zmiany położenia mięśni

receptor elektromagnetyczny

Ćwiczenie 3



Zaznacz rodzaje receptorów, do których można zaliczyć komórki zmysłowe znajdujące się w oku gołębia.

☐ mechanoreceptory

☐ wisceroreceptory

☐ receptory elektromagnetyczne

☐ fotoreceptory

☐ eksteroreceptory

☐ proprioreceptory

☐ telereceptory

Ćwiczenie 4

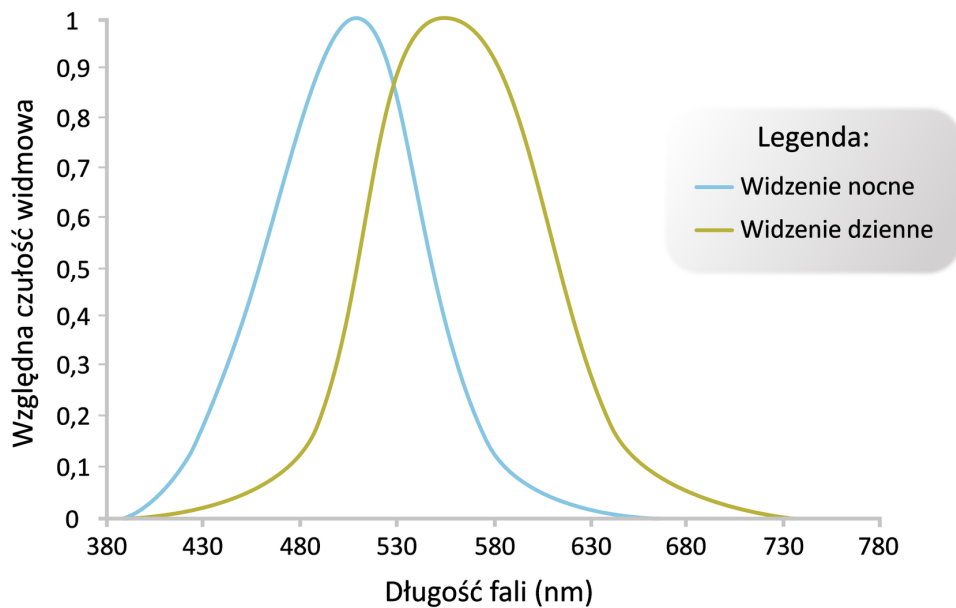


Oceń słuszność stwierdzeń dotyczących klasyfikacji rodzajów receptorów zwierząt.

	Prawda	Fałsz
Aby automatycznie utrzymać stałą pozycję ciała, interoreceptory przedsionka i łagiewki wpływają na napięcie mięśni.	☐	☐
Receptory linii nabocznej reagują na mechaniczne odkształcenia rzęsek komórki receptorowej wywołane ruchem wody.	☐	☐
Wśród eksteroreceptorów możemy wyróżnić telereceptory i kontaktoreceptory.	☐	☐
Komórki receptorowe w statocystach reagują na promieniowanie podczerwone.	☐	☐

Wykres do ćwiczenia 5

Czułości widmowe fotoreceptorów siatkówki oka



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

Ćwiczenie 5



Czułość widmowa to względna skuteczność wykrywania światła. Na wykresie przedstawiono czułość pręcików i czopków na światło o różnej długości fal.

Na podstawie analizy informacji przedstawionych na wykresie oraz własnej wiedzy uzupełnij poniższe zdania, zaznaczając prawidłowe odpowiedzi.

Widzenie fotopowe to widzenie ☐ nocne ☐ ☐ dzienne ☐ , w którym aktywowane są ☐ czopki ☐ ☐ pręciki ☐ . W widzeniu skotopowym widzimy ☐ kolory ☐ ☐ stopnie szarości ☐ . W nocy lepiej widzimy źródła światła ☐ czerwonego ☐ ☐ niebieskiego ☐ .

Ćwiczenie 6



Wykaż, że nocyceptory mogą być jednocześnie mechano- i termoreceptorami.

Ćwiczenie 7



Dla prawidłowej kontroli ciśnienia tętniczego decydujące znaczenie ma odruch z baroreceptorów tętniczych. Baroreceptory zlokalizowane są w obrębie zatok szyjnych i łuku aorty. Mają charakter mechanoreceptorów, dla których bodźcem są zmiany ciśnienia tętniczego. Efekt odruchowy pobudzenia baroreceptorów tętniczych (zwykle przez wzrost ciśnienia tętniczego) ma charakter hamujący i prowadzi do spadku ciśnienia.

Źródło: Ponikowski Piotr, Banasiak Waldemar, *Patofizjologiczne mechanizmy omdleń odruchowych*, Klinika Chorób Wewnętrznych Wojskowego Szpitala Klinicznego we Wrocławiu, 1999

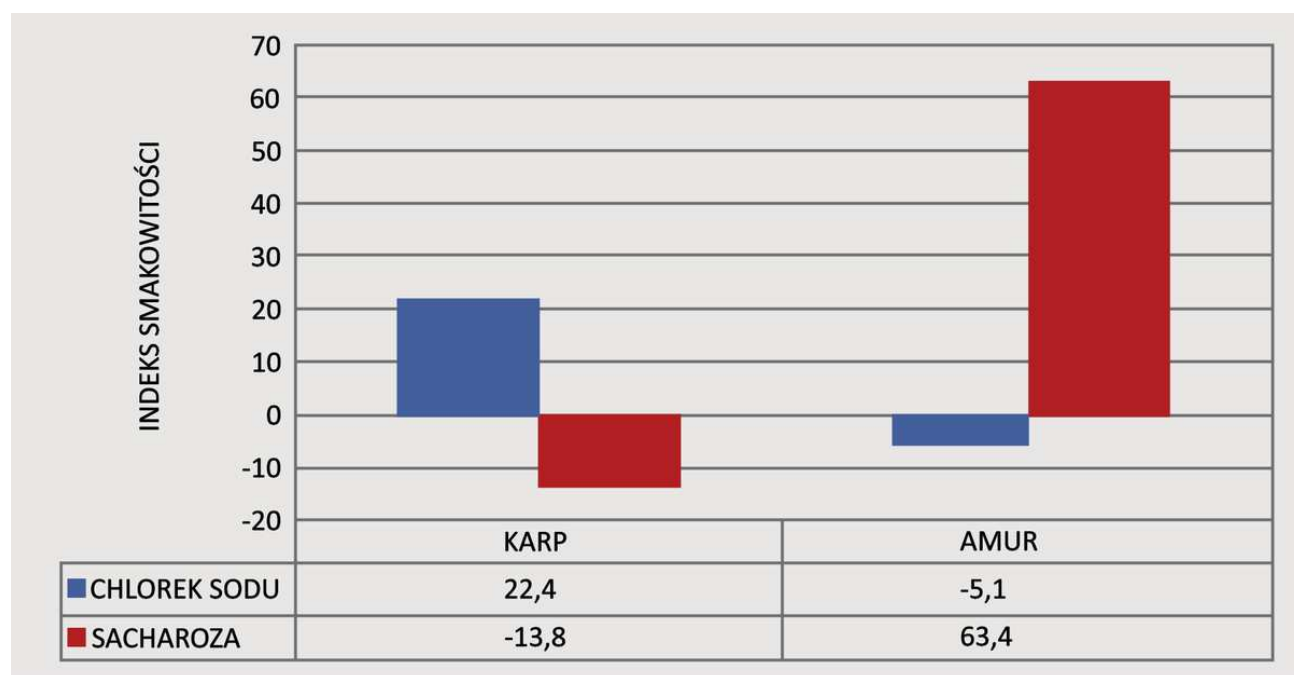
Na podstawie powyższego tekstu wyjaśnij, dlaczego ucisk zatoki szyjnej (np. zbyt ciasnym kołnierzem koszuli) może u niektórych osób powodować omdlenia.

Ćwiczenie 8



Substancje chemiczne rozpuszczone w wodzie, aby móc oddziaływać na chemoreceptory ryb, muszą mieć odpowiedni kształt pasujący przestrzennie do komórki receptorowej.

Na wykresie przedstawiono wyniki analiz, których celem było zbadanie, jaki rodzaj bodźców chemicznych pobudza chemoreceptory karpia i amura do poszukiwania pokarmu.



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

Na podstawie przedstawionych informacji wyjaśnij, jak dodawanie syropu glukozowo-fruktozowego do przynęty stosowanej przy połowach karpia wpłynie na liczebność odłowów.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Systemy klasyfikacji i rodzaje receptorów zwierząt

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.

7. Regulacja nerwowa. Uczeń:

7) wyróżnia rodzaje receptorów ze względu na rodzaj odbieranego bodźca; wykazuje związek pomiędzy lokalizacją receptorów w organizmie a pełnioną funkcją;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

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

6) Regulacja nerwowa. Uczeń:

- i) wyróżnia rodzaje receptorów u zwierząt ze względu na rodzaj odbieranego bodźca,
- j) wykazuje związek pomiędzy lokalizacją receptorów w organizmie człowieka a pełnioną funkcją,

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 kryteria klasyfikacji receptorów zwierząt.
- Dokonasz klasyfikacji receptorów zwierząt, uwzględniając różne kryteria.
- Wskażesz miejsca występowania receptorów u zwierząt.
- Wykażesz związek pomiędzy lokalizacją receptorów w organizmie a pełnioną funkcją.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- gra dydaktyczna;
- śniegowa kula;

- mapa myśli;
- analiza tekstu źródłowego.

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 „Systemy klasyfikacji i rodzaje receptorów zwierząt”. Prosi uczniów o zapoznanie się z kryteriami podziału receptorów oraz pozostałymi informacjami z sekcji „Przeczytaj”, a następnie rozwiązanie ćwiczenia nr 2 (w którym uczniowie mają za zadanie dobrać do rodzaju bodźca właściwy rodzaj receptora) z sekcji „Sprawdź się”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla cele zajęć z sekcji „Wprowadzenie”, a następnie wspólnie z uczniami ustala kryteria sukcesu.

2. **Rozmowa wprowadzająca.** Nauczyciel prosi wybranych uczniów, by wskazali przykładowe miejsca występowania receptorów wymienionych na mapie myśli w sekcji „Przeczytaj”.

Faza realizacyjna:

1. **Kula śniegowa.** Nauczyciel informuje uczniów, że będą pracować metodą kuli śniegowej, poszukując w udostępnionym e-materiale odpowiedzi na następujące pytania:

– Czy nocyceptory mogą być jednocześnie mechano- i termoreceptorami?

Dlaczego?

– Do jakich rodzajów receptorów można zaliczyć komórki zmysłowe znajdujące się w oku gołębia?

– Jakie receptory umożliwiają utrzymanie równowagi podczas jazdy na nartach?

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.

2. **Praca z multimedium („Gra edukacyjna”).** Uczniowie dzielą się na zespoły i rozwiązują pytania quizowe. Nauczyciel wraz z uczniami określa zasady rywalizacji i punktowania dobrych odpowiedzi (np. gra na czas lub na liczbę poprawnych odpowiedzi). Przeprowadzenie gry w klasie. Nauczyciel lub wybrany uczeń dba o prawidłowy przebieg quizu zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami. Nauczyciel ogłasza zwycięską drużynę.

3. Każdy uczeń układa trzy pytania quizowe dotyczące systemu klasyfikacji i rodzajów receptorów zwierząt, z uwzględnieniem różnych kryteriów, a następnie daje je do rozwiązania osobie z pary.

4. Utrwalenie wiedzy i umiejętności. Nauczyciel przechodzi do sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują indywidualnie ćwiczenie interaktywne nr 8 (w którym na podstawie przedstawionych informacji mają za zadanie wyjaśnić, jak dodawanie syropu glukozowo-fruktozowego do przynęty stosowanej przy połowach karpia wpłynie na liczebność odłowów), a następnie porównują swoje odpowiedzi z kolegą lub koleżanką.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 4 (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.
2. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji. Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia 5 i 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.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania gry edukacyjnej:

- Nauczyciel może wykorzystać grę edukacyjną do podsumowania lekcji.