



Zabawa na karuzeli

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Symulacja interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Zabawa na karuzeli

Jazda na karuzeli pozwala na przełamanie rutynowej percepcji własnego ciała w przestrzeni. Dzieje się tak, ponieważ w czasie tej zabawy do ośrodków nerwowych, zlokalizowanych w korze mózgowej i mózdzku, dociera jednocześnie wiele sygnałów, niejednokrotnie sprzecznych: płyną one z silnie pobudzonych receptorów aparatu przedsionkowego, z narządu wzroku oraz z receptorów czucia głębokiego i powierzchniowego.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Utrzymanie równowagi ciała zależy nie tylko od poprawnego działania aparatu przedsionkowego, który jest właściwym narządem równowagi, ale także od jego harmonijnej współpracy z innymi narządami – przede wszystkim z narządem wzroku i receptorami czucia głębokiego, zlokalizowanymi w torebkach stawowych, ścięgnach i mięśniach, a także z receptorami czucia powierzchniowego, rozmieszczonymi w skórze. Nieprawidłowości w przepływie informacji pochodzących z wyżej wymienionych struktur prowadzą do zaburzeń percepcji położenia ciała w przestrzeni.

Twoje cele

- Określisz rodzaj zmian przyspieszenia wykrywanych przez receptory równowagi.
- Wyjaśnisz, na czym polega mechanizm pobudzania receptorów przedsionkowych podczas przyspieszeń o charakterze kątowym i liniowym.
- Wskażesz struktury tworzące tzw. układ równowagi i wyjaśnisz, dlaczego ich współdziałanie jest niezwykle istotne dla utrzymania statycznej i dynamicznej równowagi ciała.
- Przedstawisz przyczyny kinetozy i jej objawy, a także zaproponujesz sposób na zmniejszenie dolegliwości z nią związanych.

Przeczytaj

Rejestrowanie zmian położenia ciała w przestrzeni i koordynacja jego ruchów są możliwe przede wszystkim dzięki komórkom zmysłowym ([receptorowym](#)) znajdującym się w strukturach [aparatu przedsionkowego](#) ucha – przewodach półkolistych oraz [narządach otolitowych](#) – woreczku i łagiewce. Cechą charakterystyczną tych komórek jest obecność rzęsek, zawierających receptory wrażliwe na odkształcenia błony komórkowej.

Ważne!

Receptory aparatu przedsionkowego zalicza się do **mechanoreceptorów**, czyli receptorów odpowiadających za odbiór bodźców mechanicznych, takich jak ucisk, drgania czy odkształcenie tkanek.

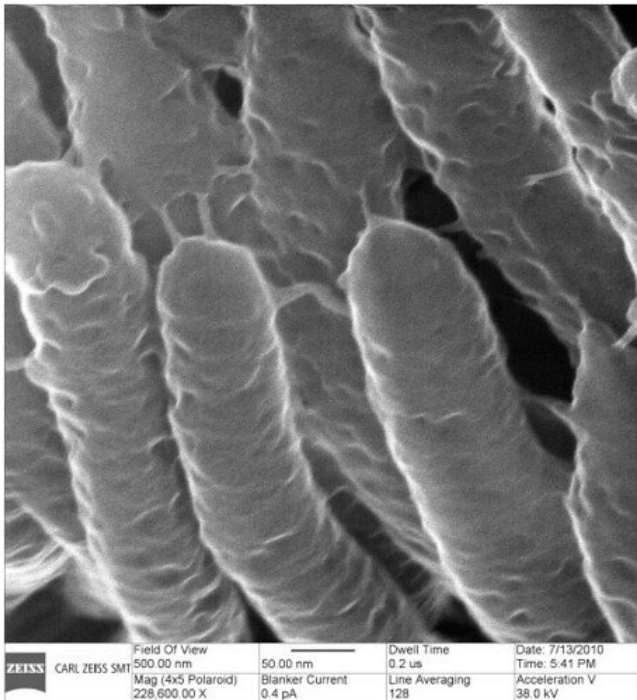
Przypomnij sobie:

- [budowę aparatu przedsionkowego](#)
- [system klasyfikacji i rodzaje receptorów](#).

Mechanizm pobudzania komórek receptorowych aparatu przedsionkowego

Do czynników pobudzających komórki receptorowe należą:

- ruch [endolimfy \(śródchłonki\)](#);
- zmiana pozycji [otolitów \(kamyczków błędnikowych\)](#) zlokalizowanych w narządach otolitowych (woreczku i łagiewce).



Stereocilia (*Stereocilia*) występujące w ludzkim uchu wewnętrznym (błędniku), mikroskop skaningowy (SEM).

Źródło: ZEISS Microscopy, Flickr, licencja: CC BY-NC-ND 2.0.

Każda komórka zmysłowa aparatu przedsionkowego zawiera dwa rodzaje rzęsek: długą, pojedynczą rzęskę zwaną kinocylium oraz liczne, krótkie rzęski zwane stereocyliami.

Na szczycie stereocyliów w błonie komórkowej występują kanały jonowe, przez które mogą przemieszczać się jony potasowe (K^+). Gdy ruch endolimfy lub zmiana ułożenia otolitów sprawia, że stereocylia zbliżają się do kinocylium, dochodzi do otwarcia kanałów jonowych dla jonów potasowych.

W wyniku napływu jonów potasowych przemieszczających się z endolimfy do wnętrza komórki rzęskowej dochodzi do

[depolaryzacji](#) błony komórki receptorowej, a tym samym do jej pobudzenia. Gdy natomiast stereocylia oddalają się od kinocylium, następuje zamykanie kanałów potasowych. Prowadzi to do [hiperpolaryzacji](#) błony komórki receptorowej i zahamowania jej aktywności.

Mechanizm pobudzania komórek receptorowych aparatu przedsionkowego.

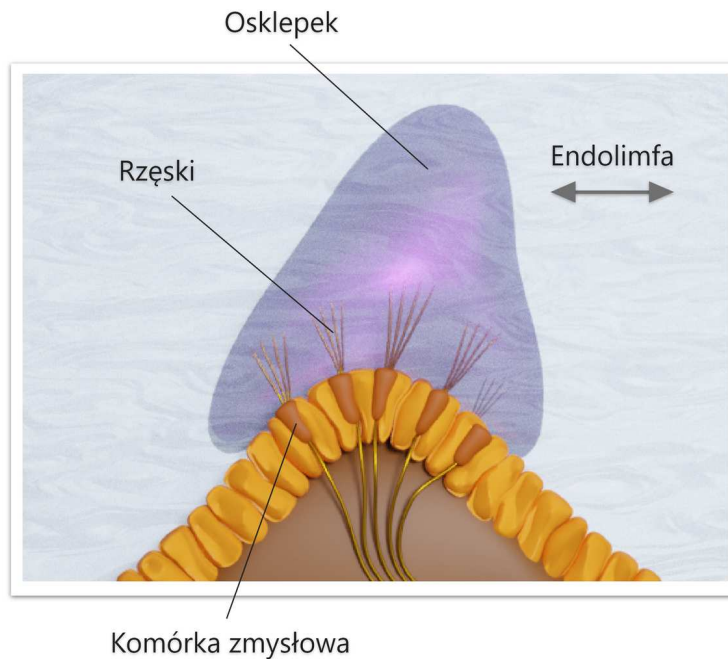
Źródło: Thomas Haslwanter, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Pobudzenie komórek receptorowych a rodzaje przyspieszeń

Wyróżnia się dwa rodzaje przyspieszeń: [przyspieszenie kątowe](#), wynikające z ruchu obrotowego, oraz [przyspieszenie liniowe](#), będące skutkiem ruchu odbywającego się w linii prostej.

Pobudzenie receptorów aparatu przedsionkowego podczas przyspieszeń kątowych

Za odbiór przyspieszeń kątowych odpowiedzialne są trzy ułożone prostopadle do siebie **przewody półkoliste**. Przewody w pobliżu swojego połączenia tworzą bańkowate rozszerzenia, tzw. **bańki błoniaste**, których ściany tworzą **grzebień bańkowy** – skupiska orzęsionych komórek receptorowych. Rzęski każdej komórki są zanurzone w galaretowatej substancji, zwanej osklepek.



Grzebień bańkowy.

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

W chwili przyspieszenia kąтового przepływ endolimfy powoduje przechylenie rzęsek komórek receptorowych zgodnie z kierunkiem ruchu płynu, ale w przeciwnym do działającego przyspieszenia. Ruch obrotowy głowy zawsze maksymalnie pobudza komórki receptorowe w przewodzie leżącym w tej samej płaszczyźnie, co płaszczyzna obrotu.

Pobudzone receptory przekazują w drogach nerwowych sygnał opisujący kierunek i wartość działającego przyspieszenia. Wzrost lub spadek częstotliwości generowanych potencjałów czynnościowych w komórkach nerwowych tworzących nerw przedsionkowo-ślimakowy informuje mózg o kierunku przyspieszenia, zaś różnica między aktualną częstotliwością a częstotliwością spoczynkową informuje o wartości występującego przyspieszenia.

Pobudzenie receptorów aparatu przedsionkowego podczas przyspieszeń

Układ równowagi

Układ równowagi odbiera bodźce z wielu narządów organizmu.

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

Dla zachowania pełnej wydolności statycznej i dynamicznej człowieka (utrzymania równowagi w spoczynku i w ruchu) konieczne jest nie tylko prawidłowe działanie aparatu przedsionkowego, który stanowi właściwy narząd równowagi, ale także ścisła współpraca aparatu przedsionkowego z narządem wzroku i receptorami [czucia głębokiego](#), zlokalizowanymi w torebkach stawowych, ścięgnach, więzadłach i mięśniach. Wymienione struktury – kontrolowane przez [ośrodkowy układ nerwowy](#) – określa się mianem **układu równowagi**.

Każdy z elementów tego układu pełni ściśle określoną rolę: receptory aparatu przedsionkowego odpowiadają za odbiór przyspieszeń liniowych i kątowych, narząd wzroku – za dookreślanie położenia ciała w przestrzeni (w tym szczególnie ustawień głowy w stosunku do otaczających przedmiotów), a receptory czucia głębokiego – za rozpoznawanie położenia poszczególnych części ciała względem siebie oraz względem podłoża, m.in. dzięki rejestracji: stopnia napięcia i długości mięśni, siły nacisku stóp na podłoże oraz zmian ciśnienia następujących w wyniku ruchów stawów.

Informacje zebrane przez poszczególne struktury zostają przeanalizowane i zintegrowane w ośrodkach nerwowych odpowiedzialnych za równowagę i koordynację ruchów ciała (znajdujących się w [mózdżku](#) i [korze mózgowej](#)), skutkiem czego zostają uruchomione reakcje mające na celu stabilizację ciała, takie jak np. zmiana napięcia mięśni.

Układ równowagi uruchamia trzy bardzo istotne dla zachowania równowagi ciała [odruchy bezwarunkowe](#): odruch przedsionkowo-oczny, odruch przedsionkowo-rdzeniowy oraz odruch przedsionkowo-szyjny. **Odruch przedsionkowo-oczny** umożliwia [fiksację gałek ocznych](#) i stabilizację obrazu niezależnie od ruchu ciała, **odruch przedsionkowo-rdzeniowy** – stabilizację ciała w trakcie ruchów głowy, natomiast **odruch przedsionkowo-szyjny** – stabilizację głowy.

Z układem równowagi blisko współpracują także receptory [czucia powierzchniowego](#), czyli receptory rozmieszczone w skórze, uzupełniające informacje dotyczące położenia ciała względem powierzchni podparcia.

Konsekwencje nadmiernego pobudzenia receptorów aparatu przedsionkowego

Stan nadmiernego pobudzenia receptorów aparatu przedsionkowego wywołuje szereg reakcji fizjologicznych skutkujących wystąpieniem licznych objawów prowadzących do ogólnego dyskomfortu.

Stan taki może wystąpić w czasie podróży różnymi środkami lokomocji, np. samochodem lub pociągiem, kiedy to receptory aparatu przedsionkowego odbierają w krótkim czasie informacje o nagłych zmianach przyspieszenia liniowego lub kątownego (następujących w czasie hamowania lub przyspieszania pojazdu, a także podczas pokonywania zakrętów). Jednocześnie narząd wzroku oraz receptory czucia głębokiego mogą odbierać sygnały sprzeczne z tymi płynącymi z aparatu przedsionkowego (dzieje się tak zwłaszcza wtedy, gdy siedzimy tyłem do kierunku jazdy i narząd wzroku nie rejestruje zmiany otoczenia, a ciało przez większość czasu pozostaje nieruchome). Prowadzi to do swoistego chaosu informacyjnego, wynikającego z nadmiaru szybko następujących po sobie, sprzecznych bodźców, których ośrodki nerwowe nie są w stanie jednocześnie zintegrować.

W odpowiedzi na zaistniałą sytuację [autonomiczny układ nerwowy](#) uruchamia szereg reakcji obronnych, co dla organizmu oznacza początek [kinetozy](#), zwanej także chorobą lokomocyjną. Przejawia się ona przede wszystkim nudnościami i wymiotami. Często towarzyszą jej bóle głowy i zawroty (złudzenia poruszania się własnego ciała lub otaczających go przedmiotów). Inne objawy to ślinienie, senność, zmęczenie, a czasem nawet zaburzenia rytmu serca. Najczęstszym sposobem zapobiegania kinetozie jest branie leków, np. dimenhydrinatu (m.in. popularny preparat Aviomarin). Powoduje on zmniejszenie nasilenia nudności, a także senność.

Ciekawostka

Wyróżnia się kilka rodzajów kinetozy, przy czym ich nazwy są zwykle związane z rodzajem środka lokomocji. Określenie **choroba lokomocyjna** stosuje się w odniesieniu do kinetozy spowodowanej jazdą samochodem lub pociągiem, o **chorobie morskiej** mówi się w odniesieniu do kinetozy wywołanej kołysaniem statku lub łódki, natomiast o **chorobie powietrznej** – w związku z kinetozą spowodowaną gwałtownym wznoszeniem się i opadaniem podczas podróżowania samolotem (szczególnie podczas startu i lądowania).



Objawy kinetozy może także wywołać huśtawka lub karuzela, a nawet szybkie obracanie się w kółko na własnych nogach. We wszystkich tych przypadkach dochodzi do silnego pobudzenia receptorów aparatu przedsionkowego, co wynika z nagłych zmian prędkości podczas ruchu wahadłowego (huśtanie się) lub obrotowego (jazda na karuzeli, obracanie się w kółko). Skutkuje to wysłaniem

wielu i nierzadko sprzecznych sygnałów z układu równowagi do mózgu, który nie radzi sobie z przetworzeniem wszystkich informacji lub reaguje na nie z opóźnieniem. Świadczy o tym fakt, że nawet po zaprzestaniu wymienionych czynności doświadczają zawrotów głowy i trudno utrzymać równowagę ciała.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Szczególnie podatne na kinetozę są dzieci, przy czym najczęściej występuje ona u dzieci w wieku 10–12 lat. U dorosłych jej występowanie i poziom nasilenia objawów zależy przede wszystkim od wrażliwości osobniczej. Niemniej większą podatność na występowanie kinetozy obserwuje się u kobiet niż u mężczyzn (w tym zwłaszcza u kobiet menstruujących i ciężarnych).

Zaburzenia pracy aparatu przedsionkowego

Objawy kinetozy powodują dyskomfort, jednak stanowią fizjologiczną i najczęściej krótkotrwałą reakcję organizmu. Podobnie należy traktować zawroty głowy będące skutkiem wykonania zbyt szybkich, nagłych ruchów (np. szybkiego podniesienia się) lub wynikające z przyjęcia nietypowych pozycji głowy lub szyi (np. odchylenie głowy w czasie malowania sufitu).

Gdy jednak zawroty głowy i towarzyszące im inne objawy (np. mdłości, zataczanie się, trudność utrzymania spionizowanej postawy, oczopląs) powtarzają się regularnie, należy niezwłocznie udać się do lekarza, gdyż mogą świadczyć o poważnych zaburzeniach pracy aparatu przedsionkowego, wywołanych stanami chorobowymi ucha wewnętrznego (błędnika).

Ważne!

Nieleczone choroby błędnika mogą prowadzić do częściowej lub całkowitej głuchoty, a przede wszystkim – do patologicznych zaburzeń równowagi, w sposób znaczący utrudniających funkcjonowanie i nierzadko prowadzących do wykluczenia społecznego.

Słownik

aparat przedsionkowy

właściwy narząd równowagi, leżący w uchu wewnętrznym. Tworzą go elementy błędnika błoniastego: trzy przewody półkoliste oraz woreczek i łagiewka

autonomiczny układ nerwowy

inaczej: wegetatywny układ nerwowy; część obwodowego układu nerwowego, która unerwia wszystkie narządy wewnętrzne, kontrolując czynności niepodlegające świadomości i woli

czucie głębokie

rodzaj czucia odbierany przez receptory zlokalizowane w torebkach stawowych, ścięgnach, więzadłach, mięśniach oraz uchu wewnętrznym, odpowiedzialny za rozpoznawanie położenia poszczególnych części ciała względem siebie oraz ich ruchu w przestrzeni

czucie powierzchniowe

rodzaj czucia odbierany przez receptory rozmieszczone w skórze, odpowiadające m.in. za odczuwanie dotyku i ucisku

depolaryzacja

obniżenie elektroujemnego potencjału wnętrza komórki nerwowej lub mięśniowej powodowane napływem jonów sodu do wnętrza komórki

endolimfa (śródcłonka)

przezroczysty płyn, charakteryzujący się wysokim stężeniem jonów potasowych oraz niskim stężeniem jonów sodowych, wypełniający błędnik błoniasty; ruch endolimfy powoduje pobudzenie komórek zmysłowych właściwego narządu równowagi – aparatu przedsionkowego oraz właściwego narządu słuchu – narządu spiralnego (narządu Cortiego)

fiksacja gałek ocznych (fiksacja wzrokowa)

(łac. *fixus* – stały, nieodmienny) umiejętność skupienia wzroku na jednym punkcie, niezależnie od ruchów głowy lub ruchów całego ciała

hiperpolaryzacja

pogłębienie elektroujemnego potencjału wewnątrz komórki nerwowej; w stanie hiperpolaryzacji komórka nie przewodzi impulsów

kinetoza

inaczej choroba lokomocyjna; charakteryzuje się nudnościami i wymiotami, wywoływana jest przez sprzeczność bodźców pochodzących z błędnika i sygnałów wzrokowych

komórka receptorowa (receptor)

wyspecjalizowana komórka lub zakończenie dendrytu neuronu czuciowego odbierające bodźce docierające ze środowiska wewnątrz- i zewnątrzkomórkowego oraz mające zdolność do przetwarzania energii bodźca na energię elektryczną impulsu nerwowego

móżdżek

część mózgu kręgowców, położona na wysokości śródmózgowia, mostu oraz rdzenia przedłużonego, wchodząca w skład tyłomózgowia wtórnego. Móżdżek górną powierzchnią przylega do płatów potylicznych kory mózgowej, dolną – do rdzenia przedłużonego. U ssaków (w tym także u człowieka) składa się z dwóch półkul, połączonych ze sobą strukturą zwaną robakiem. Zawiera ośrodki nerwowe odpowiadające za utrzymanie równowagi, koordynację ruchów oraz regulację napięcia mięśni szkieletowych

narządy otolitowe

określenie stosowane w odniesieniu do woreczka i łagiewki, struktur aparatu przedsionkowego, dla których charakterystyczna jest obecność otolitów, zwanych

także kamyczkami błędnikowymi, odgrywających bardzo ważną rolę w utrzymaniu równowagi

nerw przedsionkowy

jeden z nerwów czaszkowych tworzący wraz z nerwem ślimakowym nerw przedsionkowo-ślimakowy (VIII nerw czaszkowy)

odruch bezwarunkowy

reakcja wrodzona, utrwalona genetycznie, automatyczna i niewyuczona, zachodząca przy pobudzeniu odpowiednich receptorów. Odruchy bezwarunkowe są podłożem zachowania instynktownego

ośrodki kory mózgowej

funkcjonalne obszary kory mózgowej zwane ośrodkami korowymi; wyróżnia się trzy rodzaje obszarów korowych: czuciowe, ruchowe i kojarzeniowe (asocjacyjne), przy czym: **w obszarach czuciowych** są odbierane informacje zmysłowe (informacje płynące z narządów zmysłu: wzroku, słuchu, smaku, węchu oraz receptorów rozmieszczonych w skórze), **w obszarach ruchowych** kontroli podlegają czynności ruchowe (zależne od woli, wyuczone i mimowolne), a w **obszarach kojarzeniowych** dochodzi do integrowania informacji z obszarów czuciowych i ruchowych oraz pochodzących z innych struktur mózgowia

ośrodkowy układ nerwowy

inaczej: centralny układ nerwowy; główna część układu nerwowego kręgowców, składająca się z mózgowia i rdzenia kręgowego. Do zadań ośrodkowego układu nerwowego należy: analiza bodźców docierających do organizmu, koordynacja czynności narządów, rozwój czynności umysłowych (takich jak kojarzenie, zapamiętywanie, uczenie się)

otolity (kamyczki błędnikowe)

kryształki węglanu i fosforanu wapnia o wielkości od 1 do 10 μm , obecne w galaretowatej substancji (błonie kamyczkowej), w której zanurzone są rzęski

komórek zmysłowych (tzw. plamek statycznych) narządów otolitowych

percepcja

proces poznawczy polegający na przetwarzaniu informacji odbieranych przez różne narządy zmysłu

plamka statyczna

struktura czuciowa występująca w narządach otolitowych, utworzona z orzęsionych komórek receptorowych, wykrywających ruch w linii prostej (zmiany przyspieszenia liniowego)

przyspieszenie kątowe

wielkość fizyczna opisująca ruch obrotowy, czyli szybkość zmian prędkości kątowej w czasie

przyspieszenie liniowe

wielkość fizyczna opisująca ruch w linii prostej (zmianę prędkości w czasie)

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Na poniższej symulacji przedstawiono pobudzenie receptorów aparatu przedsionkowego w zależności od rodzaju ruchu. Wybierz rodzaj ruchu, aby zobaczyć, jak wpływa on na pobudzenie receptorów.





Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DW1F1MwJV>

Polecenie 1

Polecenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



„Choroba lokomocyjna jest częstym schorzeniem występującym podczas podróży. (...) wywołana jest przez ekspozycję na różne ruchy, np. podczas podróżowania samochodem, łodzią lub samolotem, przejażdżek w parku rozrywki, jazdy na nartach, na wielbłądzie; korzystanie z symulatorów i wirtualnej rzeczywistości środowiska może również wywoływać chorobę lokomocyjną. Gdy jedziemy wybranym środkiem lokomocji, nasz wzrok odbiera zmianę otoczenia, a mózg interpretuje to jako ruch. W tym samym czasie narząd równowagi (błędnik) nie odnotowuje zmian położenia ciała (...). Powiązanie sprzecznych sygnałów od różnych zmysłów, najczęściej wzroku, powoduje czynnościowy chaos, a w tej sytuacji układ autonomiczny broni organizm, uruchamiając szereg automatycznych procesów obronnych”.

Źródło: E. Kimszal, K. Van Damme-Ostapowicz, *Kinetoza – problem podróżników?*, [w:] „Pielęgniarstwo Polskie”, 2016, t.61, nr 3, s. 426.

Ćwiczenie 8



Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Zabawa na karuzeli

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:

8) przedstawia budowę oraz działanie oka i ucha; omawia podstawowe zasady higieny wzroku i słuchu;

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:

k) przedstawia budowę oraz działanie oka i ucha człowieka; omawia podstawowe zasady higieny wzroku i słuchu,

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):

- Określisz rodzaj zmian przyspieszenia wykrywanych przez receptory równowagi.
- Wyjaśnisz, na czym polega mechanizm pobudzania receptorów przedsionkowych podczas przyspieszeń o charakterze kątowym i liniowym.
- Wskażesz struktury tworzące tzw. układ równowagi i wyjaśnisz, dlaczego ich współdziałanie jest niezwykle istotne dla utrzymania statycznej i dynamicznej równowagi ciała.
- Przedstawisz przyczyny kinetozy i jej objawy, a także zaproponujesz sposób na zmniejszenie dolegliwości z nią związanych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- symulacja;
- 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 „Zabawa na karuzeli”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 2 (w którym mają za zadanie zaznaczyć wszystkie struktury błędnika błoniastego, które biorą udział w percepcji położenia ciała w przestrzeni) z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów, zdobytą na poprzednich zajęciach lub podczas przygotowania do lekcji, na temat budowy i działania aparatu przedsionkowego. Zadaje pytania:

- Jak zbudowany jest aparat przedsionkowy i jakie są jego funkcje?
- Od czego – poza poprawnym działaniem aparatu przedsionkowego – zależy utrzymanie statycznej i dynamicznej równowagi ciała?

Następnie pyta uczniów o ich odczucia związane z zabawą na karuzeli i zapowiada, że praca na lekcji pozwoli na poszukanie odpowiedzi, dlaczego niektórzy uwielbiają kręcić się na karuzeli, a inni unikają tej czynności.

2. Nauczyciel wyświetla cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.

Faza realizacyjna:

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

- Jak są zbudowane komórki receptorowe obecne w strukturach aparatu przedsionkowego?
- Na czym polega mechanizm pobudzania receptorów przedsionkowych podczas przyspieszeń o charakterze kątowym i liniowym?
- Jakie struktury tworzą układ równowagi i w jaki sposób ich praca jest kontrolowana?
- Jakie są przyczyny występowania objawów typowych dla kintetozy?

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 multimediami („Symulacja interaktywna”).** Nauczyciel wyświetla symulację interaktywną i wspólnie z uczniami dokonuje jej analizy: uczniowie porównują mechanizm pobudzenia receptorów aparatu przedsionkowego w czasie ruchu liniowego i ruchu wahadłowego, a następnie określają skutki tego pobudzenia. Następnie, pracując w parach, wykonują polecenie nr 2 (przygotowują uzasadnienie swojej odpowiedzi na pytanie: „Jak sądzisz, czy mechanizm pobudzenia receptorów aparatu przedsionkowego podczas ruchu wahadłowego i ruchu rotacyjnego (obrotowego) jest podobny?”).

3. Utrwalenie wiedzy i umiejętności. Nauczyciel przechodzi do sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują indywidualnie ćwiczenia interaktywne nr 7 (polegające na określeniu, czy chorobę lokomocyjną należy traktować jako chorobę narządu równowagi) i nr 8 (polegające na zaproponowaniu czynności prowadzącej do zmniejszenia dolegliwości wywołanych przez kinetozę), a następnie porównują swoje odpowiedzi z kolegą lub koleżanką.

Faza podsumowująca:

1. 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.
2. Nauczyciel prosi wybranego ucznia o sformułowanie odpowiedzi, dlaczego niektóre osoby uwielbiają zabawę na karuzeli, a inne jej unikają. Następnie nauczyciel wyjaśnia ewentualne wątpliwości uczniów związane z tematem lekcji.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 3 do 5 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:

- Multimedia zamieszczone w sekcji „Symulacja interaktywna” można wykorzystać w fazie wstępnej zajęć, w celu wzbudzenia zaciekawienia uczniów.