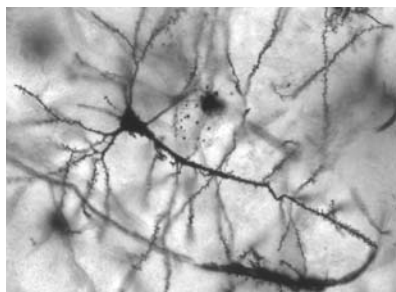


DZIAŁ V KONTROLA ORGANIZMU

12. Układ nerwowy kontroluje funkcjonowanie organizmu

Kontrola funkcjonowania organizmu nie jest łatwym zadaniem. **Układ nerwowy** stale zbiera informacje ze środowiska zewnętrznego i wewnętrznego, a następnie analizuje je, aby podjąć odpowiednią decyzję. Decyzja musi zawsze być trafna i bezpieczna dla organizmu. Wszelkie zmiany środowiska zewnętrznego lub wewnętrznego odbierane przez układ nerwowy nazywamy **bodźcami**. Im szybciej i sprawniej są one odbierane i im lepsza jest reakcja na nie, tym większe szanse ma organizm na utrzymanie stanu równowagi i przeżycie. Wszelkie informacje przekazywane są przez **komórki nerwowe** za pomocą impulsów elektrycznych. Pozwala to na szybkie i precyzyjne przesyłanie informacji, czyli na szybką reakcję mięśni lub gruczołów.



Ryc. 12.1 Komórki nerwowe widziane pod mikroskopem w 40-krotnym powiększeniu

WAŻNE POJĘCIA:

układ nerwowy,
tkanka nerwowa,
komórki nerwowe,
komórki glejowe,
bodźce.

Układ nerwowy zbudowany jest z **tkanki nerwowej** (ryc. 12.1), w której wyróżniamy dwa rodzaje **komórek: nerwowe** – zdolne do przekazywania impulsu nerwowego – oraz **glejowe** – pełniące funkcje związane z odżywianiem i osłoną komórek nerwowych.

Układ nerwowy zbudowany jest z **tkanki nerwowej** (ryc. 12.1), w której wyróżniamy dwa rodzaje **komórek: nerwowe** – zdolne do przekazywania impulsu nerwowego – oraz **glejowe** – pełniące funkcje związane z odżywianiem i osłoną komórek nerwowych.

12.1. Budowa i rola układu nerwowego

BUDOWA KOMÓRKI NERWOWEJ

Komórka nerwowa składa się z: **ciała komórki**, krótkich wypustek – **dendrytów** – i jednej długiej wypustki – **neurytu (aksonu)**. Ciało neuronu tworzy cytoplazma, jądro i inne organella komórkowe. Dendryty są krótkimi, rozgałęzionymi wypustkami, które zbierają informacje i przekazują je do ciała komórki. Długi (do 1 m) i mikroskopijnej średnicy akson przekazuje informacje od ciała komórki do dendrytów innych

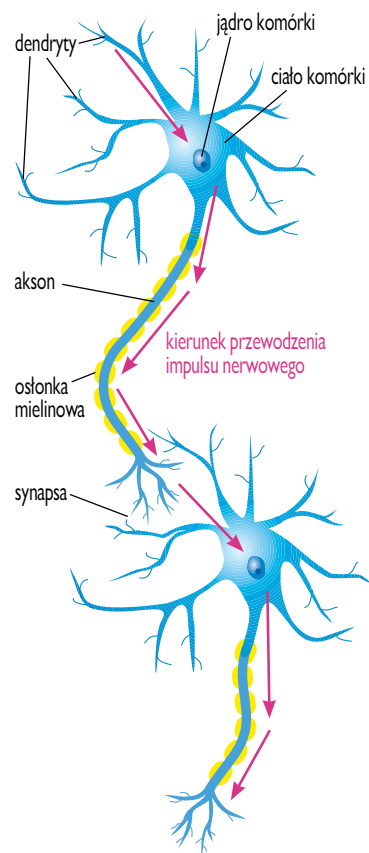
WAŻNE POJĘCIA:

neuron,
ciało komórki,
dendryty,
neuryt (akson),
osłonka mielinowa,
impuls nerwowy,
synapsa elektryczna,
synapsa chemiczna,
nerwy.

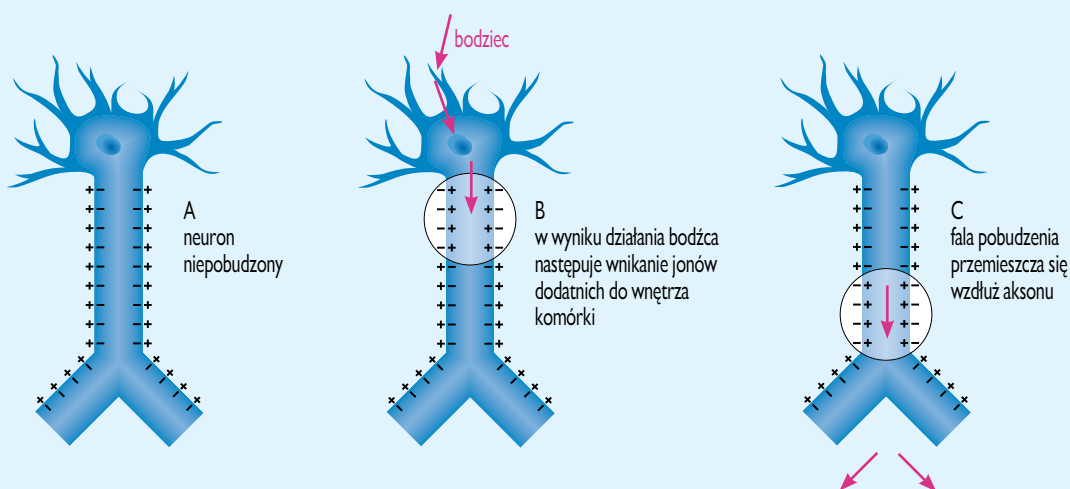
komórek lub do mięśni i gruczołów. Rozgałęzia się on na końcu, tworząc tzw. drzewko końcowe. Aksony są osłonięte dwoma rodzajami osłonek, które tworzą specjalne **komórki gleejowe**. Wewnętrzna osłonka zwana jest **osłonką mielinową**. Jest to biała substancja zawierająca duże ilości tłuszczu, będąca doskonałym izolatorem. Zewnętrzną osłonkę tworzą te same komórki, jednak są one ułożone wzdłuż aksonów.

PRZEWODZENIE INFORMACJI

Odpowiednio silny bodziec powoduje powstanie **impulsu nerwowego** (ryc. 12.2). Wewnętrzna powierzchnia błony aksonu jest naładowana ujemnie w stosunku do płynu tkankowego (ryc. 12.3A). Innymi słowy od wewnętrznej strony błony gromadzą się jony ujemne, a na jej zewnętrznej stronie – jony dodatnie. Jest to stan charakterystyczny dla neuronów niepobudzonych, czyli kiedy nie przebiegają przez nie impulsy nerwowe. W momencie zadziaływania bodźca na powierzchnię błony, jony dodatnie wnikają swobodnie do wnętrza komórki powodując, że wewnątrz jest teraz naładowane dodatnio, zaś zewnętrzna powierzchnia – ujemnie (ryc. 12.3B). Zmiana ta rozchodzi się wzdłuż aksonu w postaci fali (ryc. 12.3C). W taki sposób przenoszone są impulsy elektryczne.



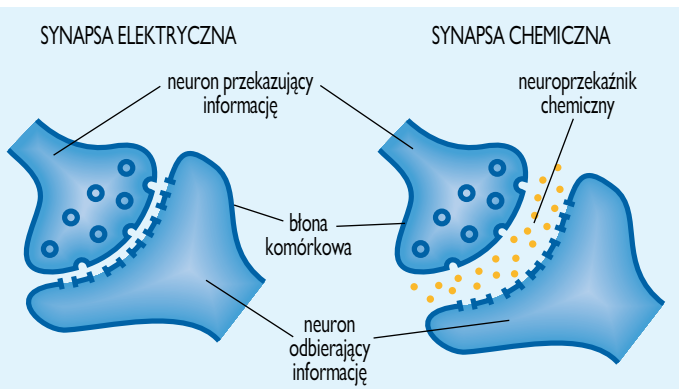
Ryc. 12.2 Przepływ impulsu między dwoma neuronami



Ryc. 12.3 Przewodzenie impulsu wzdłuż aksonu

PRZEWODZENIE IMPULSU PRZEZ SYNAPSY

Połączenie pomiędzy dwoma neuronami lub pomiędzy neuronem a narządem wykonawczym nazywamy **synapsą**. Występują dwa rodzaje synaps: **elektryczne** i **chemiczne** (ryc. 12.4), wyróżnione na podstawie sposobu komunikowania się ze sobą dwóch neuronów. W **synapsie elektrycznej** błony neuronów stykają się ze sobą lub leżą w tak małej odległości, że prawie się stykają. Wówczas możliwe jest przekazywanie informacji z jednej komórki do drugiej na drodze impulsu elektrycznego. Informacja jest przesyłana bardzo szybko. W **synapsie chemicznej** pomiędzy neuronami istnieje na tyle duża odległość, że niemożliwe jest przekazanie informacji na drodze impulsu elektrycznego.



Ryc. 12.4 Synapsy – połączenia dwóch neuronów

Wówczas zakończenie neuronu, którym przekazywana jest informacja, pobudzone jest do wydzielania substancji chemicznej, która szybko pokonuje szczelinę i pobudza błonę następnego neuronu. Prędkość przebiegu impulsu w synapsie chemicznej ulega nieznacznemu zwolnieniu

BUDOWA I FUNKCJE UKŁADU NERWOWEGO

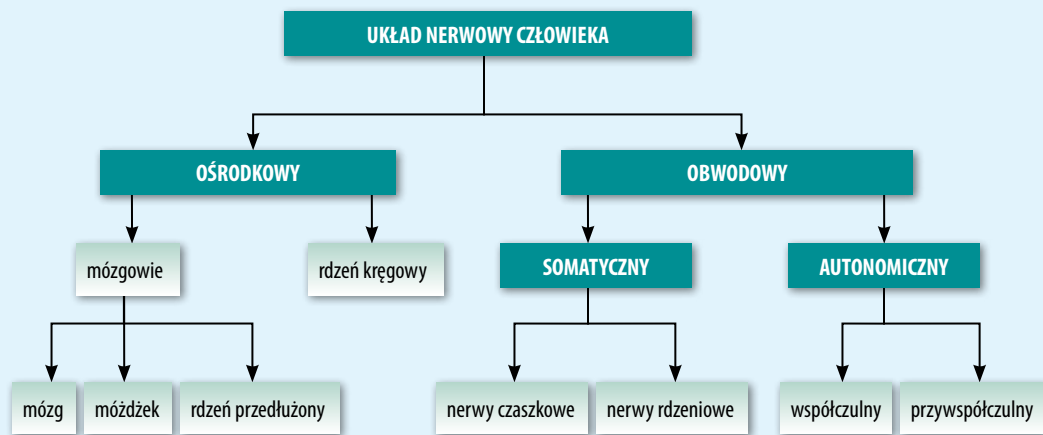
Aksony licznych komórek nerwowych (setek lub tysięcy) łączą się ze sobą w wiązki, tworząc **nerwy**. Są one otoczone osłonką i w rezultacie bardzo przypominają przewody telefoniczne lub elektryczne. Skupienia ciał komórek nerwowych nazywamy **zwojami nerwowymi** lub **ośrodkami**.

Układ nerwowy człowieka (ryc. 2.5A i 12.5) składa się z:

- **ośrodkowego** układu nerwowego (mózgowie oraz rdzeń kręgowy);
- **obwodowego** układu nerwowego (somatyczny i autonomiczny).

Zasadnicze **funkcje** układu nerwowego polegają na:

- odbieraniu bodźców, ich przetwarzaniu i reagowaniu na nie;
- koordynacji i regulacji działania narządów wewnętrznych w celu zachowania stanu równowagi.



Ryc. 12.5 Schematyczny podział układu nerwowego człowieka

PODSUMOWANIE

- Układ nerwowy kontroluje i koordynuje pracę narządów wewnętrznych. Odbiera bodźce ze środowiska zewnętrznego i wewnętrznego, przetwarza je i odpowiada na nie.
- Składa się z ośrodkowego, obwodowego, somatycznego i autonomicznego układu nerwowego.
- Zbudowany jest z tkanki nerwowej, w której wyróżniamy komórki nerwowe i glejowe.
- Komórka nerwowa (neuron) zbudowana jest z ciała komórki (wraz z cytoplazmą, jądrem i innymi organellami) i wypustek cytoplazmatycznych: krótkich, licznych dendrytów i jednego długiego neurytu (aksonu). Wzdłuż neurytu znajduje się podwójna osłonka utworzona z komórek glejowych: wewnętrzna (mielinowa) i zewnętrzna.
- Wszelkie informacje w obrębie układu nerwowego są przekazywane przez komórki nerwowe na drodze impulsu elektrycznego. Przewodzenie impulsów odbywa się zawsze w jednym kierunku: od dendrytów, przez ciało komórki, do neurytu.
- Synapsa to połączenie pomiędzy dwoma neuronami lub neuronem a efekтором. Wyróżniamy synapsy elektryczne i chemiczne.
- Nerwy to wiązki licznych aksonów różnych komórek nerwowych połączonych ze sobą.
- Zwoje nerwowe i ośrodki nerwowe to skupiska ciał komórek nerwowych.

12.2. Ośrodkowy układ nerwowy

W skład ośrodkowego układu nerwowego wchodzi: **mózgowie** (mózg, mózdzek i rdzeń przedłużony) oraz **rdzeń kręgowy**. Są to bardzo delikatne struktury, dlatego osłania je szkielet czaszki i kręgosłup. Od zewnątrz chronią je dodatkowo trzy warstwy tkanki łącznej zwane **oponami mózgowo-rdzeniowymi**. Najbardziej na zewnątrz położona jest **opona twarda**, środkowa to **opona pajęczka** lub **pajęczynówka**, a najbardziej wewnętrzną stanowi **opona miękka**. Przestrzeń pomiędzy pajęczynówką a oponą mięką wypełniona jest **płynem mózgowo-rdzeniowym**. Kości, opony i płyn mózgowo-rdzeniowy zapewniają ochronę delikatnych struktur ośrodkowego układu nerwowego przed uszkodzeniem i wstrząsami.

RDZEŃ KRĘGOWY

Rdzeń kręgowy jest grubym sznurem ciągnącym się od rdzenia przedłużonego w kanale rdzeniowym kręgosłupa. Na przekroju poprzecznym (ryc. 12.6) widać położoną wewnątrz **istotę szarą**, która jest uformowana w kształcie litery H. Otacza ją **istota biała**, do której przylegają trzy opony rdzenia. Istotę szarą tworzą ciała komórek nerwowych, dendryty, aksony bez osłonek mielinowych oraz komórki glijowe i naczynia krwionośne. Istota biała składa się z aksonów okrytych osłonką mielinową.

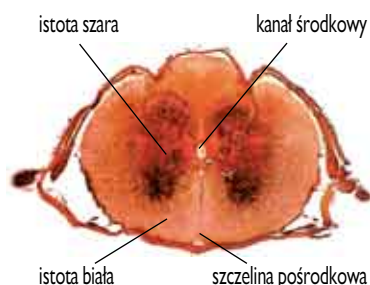
Zasadnicze funkcje rdzenia kręgowego polegają na przewodzeniu informacji do mózgu i z mózgu oraz kontroli czynności wykonywanych odruchowo (bez naszej świadomości).

RDZEŃ PRZEDŁUŻONY

Rdzeń kręgowy scala się bez wyraźnej granicy z **rdzeniem przedłużonym**, który łączy go z pozostałymi częściami mózgowia. Przez rdzeń przedłużony przebiegają wszystkie informacje pomiędzy mózgiem a rdzeniem (w obie strony). Umiejscowione są w nim również bardzo ważne ośrodki kontrolujące podstawowe czynności odruchowe człowieka, umożliwiające mu przeżycie. Należą do nich przede wszystkim: ośrodek kontroli ruchów oddechowych, połykania, żucia, ssania, wydzielania śliny, a także w pewnym stopniu pracy serca oraz ośrodki sterujące odruchem wymiotnym, kaszlu, kichania i stanem napięcia naczyń krwionośnych, co wpływa na regulację ciśnienia krwi.

WAŻNE POJĘCIA:

mózgowie,
rdzeń kręgowy,
opony mózgowo-rdzeniowe,
płyn mózgowo-rdzeniowy,
rdzeń przedłużony,
mózdzek, mózg,
kora mózgowa,
półkule mózgu.



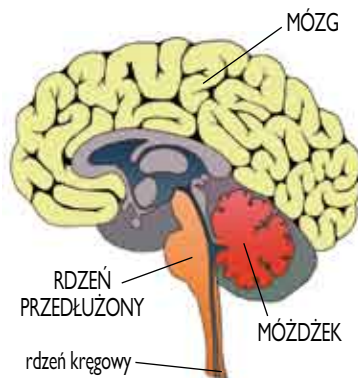
Ryc. 12.6 Przekrój poprzeczny przez rdzeń kręgowy

MÓZDŻEK

Mózdżek składa się z dwóch połączonych ze sobą półkul. Od zewnątrz znajduje się w nim istota szara, a wewnątrz – istota biała. Zewnętrzna warstwa stanowi tzw. korę mózdku. Mózdżek jest położony wewnątrz czaszki, przy tylnej jej ścianie. Spełnia on bardzo ważne funkcje dzięki ośrodkom znajdującym się w jego korze:

- utrzymuje stały stan lekkiego, fizjologicznego napięcia mięśniowego,
- koordynuje pracę mięśni, jest odpowiedzialny za precyzję ruchów i współpracę mięśni,
- utrzymuje równowagę organizmu i pionową postawę ciała.

Uszkodzenie mózdku prowadzi do zaburzeń ruchowych, niezdolności ruchowej oraz problemów z utrzymywaniem równowagi.

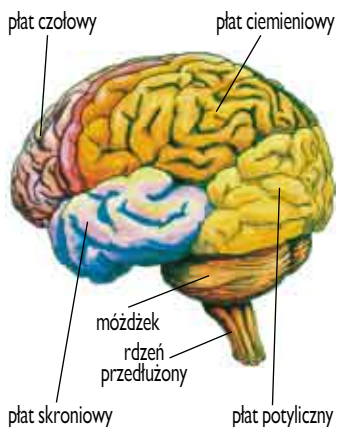


Ryc. 12.7 Przekrój podłużny przez mózgowie

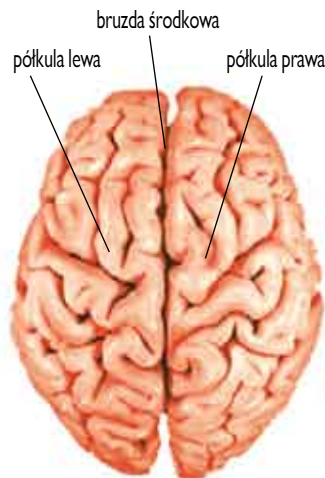
MÓZG

Mózg człowieka (ryc. 12.8) jest największą i najbardziej rozwiniętą częścią mózgowia (ryc. 12.7). Od jego rozwoju w dużej mierze zależała ewolucja człowieka i powstanie gatunku ludzkiego. Jest umieszczony w jamie czaszki i waży od 1200 do 1400 gramów. Powierzchnia mózgu jest silnie pofałdowana. Stanowi ją **kora mózgu**, zbudowana z istoty szarej. Silne pofałdowanie pozwoliło na zwiększenie powierzchni kory, będącej najważniejszą częścią układu nerwowego. Reguluje ona i kieruje większością czynności fizycznych i umysłowych organizmu. Mózg tworzą dwie **półkule** – **prawa i lewa**.

W każdej z półkul można wyróżnić **platy**: **czołowy**, **ciemieniowy**, **skroniowy** i **potyliczny** (ryc. 12.9). Ich położenie odpowiada mniej więcej okolicy kości mózgo-czaszki zgodnych z ich nazwami. Znajdują się w nich skupiska komórek nerwowych, które kierują określonymi funkcjami organizmu i je koordynują, np. mową, widzeniem, słuchem, ruchami ciała, rozpoznawaniem obiektów.



Ryc. 12.9 Platy mózgu człowieka



Ryc. 12.8 Kora mózgu człowieka – widok z góry

Kora mózgu posiada trzy rejony wyodrębnione ze względu na pełnione funkcje:

- odbierające wrażenia z narządów zmysłów człowieka (wzrok, słuch, dotyk, ból itp.),
- kontrolujące ruchy zależne od woli człowieka,
- kierujące procesami myślowymi, mową, uczeniem się, pamięcią, osądami, cechami osobowości; interpretują informacje docierające ze zmysłów.

Pod korą mózgową znajduje się istota biała mózgu. Jej funkcją jest tworzenie połączeń pomiędzy ośrodkami korowymi, a także pomiędzy ośrodkami korowymi a pozostałymi częściami układu nerwowego.

U człowieka jedna z półkul dominuje nad drugą. Ponad 90% ludzi jest praworęcznych, co oznacza, że dominuje u nich półkula lewa. Dzieje się tak dlatego, że nerwy wychodzące z mózgu krzyżują się i unerwiają odwrotne strony ciała człowieka. Pozostałe około 10% ludzi jest leworęcznych bądź oburęcznych.

PODSUMOWANIE

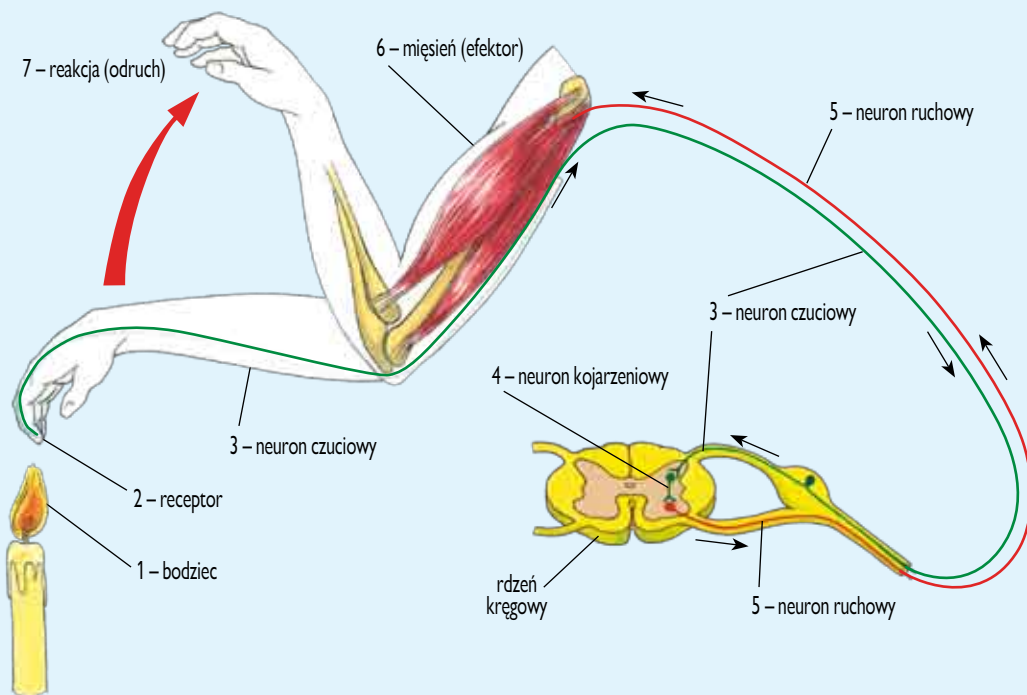
- *Ośrodkowy układ nerwowy stanowi mózgowie i rdzeń kręgowy.*
- *Strukturami ochronnymi dla ośrodkowego układu nerwowego są: czaszka, kręgosłup, opony (twarda, pajęczna, miękka) oraz płyn mózgowo-rdzeniowy.*
- *Istota szara zbudowana jest z ciał komórek nerwowych, dendrytów, aksonów bez osłonek mielinowych, komórek glejowych i naczyń krwionośnych.*
- *Istota biała składa się z aksonów osłoniętych osłonką zewnętrzną i wewnętrzną.*
- *Rdzeń kręgowy zbudowany jest z istoty szarej ułożonej w kształcie litery H, na zewnątrz której jest istota biała. Aksony istoty białej skupiają się w drogi nerwowe (nerwy) odchodzące od rdzenia. Rdzeń kręgowy przewodzi informacje do mózgu i z mózgu, kontroluje czynności wykonywane odruchowo.*
- *Mózgowie składa się z mózgu, mózdzku i rdzenia przedłużonego.*
- *Rdzeń przedłużony łączy się z rdzeniem kręgowym. Pośredniczy w przewodzeniu informacji pomiędzy mózgiem a rdzeniem. Znajdują się w nim ośrodki kontrolujące czynności odruchowe człowieka: ruchy oddechowe, pracę serca, połykanie, żucie, ssanie, wydzielanie śliny oraz odruchy obronne – kaszel, kichanie, wymioty.*
- *Mózdzek składa się z dwóch półkul. Znajdują się tu ośrodki, które utrzymują stałe napięcie mięśniowe, koordynują pracę mięśni, precyzję ruchów oraz utrzymują równowagę ciała i właściwą postawę.*
- *Mózg składa się z kory mózgu (istota szara), która jest silnie pofałdowana, pod nią jest warstwa podkorowa (istota biała).*
- *Mózg tworzą dwie półkule: prawa i lewa. W każdej z półkul wyróżniamy płaty: czołowy, ciemieniowy, skroniowy i potyliczny. W ich obrębie są ośrodki korowe odpowiedzialne za regulowanie czynności fizycznych i umysłowych organizmu oraz kierowanie nimi.*

12.3. Rodzaje i rola odruchów

Funkcjonowanie układu nerwowego odbywa się najczęściej na zasadzie odruchu. **Odruch** jest to automatyczna, utrwalona i powtarzająca się reakcja na jakiś bodziec. Zachodzi ona zawsze z udziałem ośrodkowego układu nerwowego, często bez angażowania naszej świadomości. Reakcja ta przebiega przez tzw. **łuk odruchowy** – drogę impulsu od receptora do efektoru (ryc. 12.10). Złożony jest on zazwyczaj z trzech neuronów, ale może składać się także z dwóch lub większej ich liczby. Po odebraniu bodźca przez **receptor** informacja płynie **neuronem czuciowym** do ośrodkowego układu nerwowego, gdzie jest analizowana w **neuronie kojarzeniowym**. Po podjęciu odpowiedniej decyzji informacja zwrotna biegnie **neuronem ruchowym** do odpowiedniego narządu wykonawczego (efektora), którym jest mięsień lub gruczoł. Jeśli dotykamy gorący przedmiot, wówczas nasze receptory w skórze informują o tym ośrodkowy układ nerwowy, a reakcją jest raptowne cofnięcie ręki od źródła ciepła. Reakcja jest tak szybka, że dopiero po niej zaczynamy odczuwać ból i pieczenie związane z oparzeniem. Odruchy dzielimy na: bezwarunkowe i warunkowe.

WAŻNE POJĘCIA:

odruch,
łuk odruchowy,
receptor,
odruch bezwarunkowy,
odruch warunkowy.



Ryc. 12.10 Przebieg impulsu nerwowego w łuku odruchowym

ODRUCHY BEZWARUNKOWE

Odruchy bezwarunkowe są odruchami automatycznymi (wrodzonymi). Nie musimy się ich uczyć, a ich przebieg odbywa się poza naszą świadomością. Zachodzą one bardzo szybko i mają duże znaczenie obronne. W łuku odruchowym ośrodkiem odruchów bezwarunkowych jest rdzeń przedłużony lub ośrodki pod korą mózgu. Przykładami takich odruchów są: odruch źrenicowy, kolanowy, kaszlu, wykrztuśny, wymiotny, wydzielania śliny pod wpływem podrażnienia jamy ustnej pokarmem, odruchy obronne (cofanie części ciała pod wpływem ułucia, ciepła itp.). Odruchy bezwarunkowe u zwierząt odgrywają ważną rolę w spełnianiu różnorodnych biologicznych funkcji i zwą się instynktami. U człowieka instynkty mają mniejsze znaczenia, poza dobrze rozwiniętym i zachowanym instynktem macierzyńskim.

ĆWICZENIE 12.1

Kopnięty mimo woli...

czyli badamy odruchy bezwarunkowe.

MATERIAŁY I PRZYRZĄDY:

- *krzesło lub ławka,*
- *młoteczek neurologiczny (lub gumowy młoteczek).*



POSTĘPOWANIE:

1. Osoba, u której badamy odruch kolanowy, siedzi na krześle (lub na ławce) tak, aby nogi zwisały jej swobodnie.
2. Osoba badająca odnajduje (między rzepką a kością piszczelową) ścięgno mięśnia czworogłowego uda, które dochodzi do rzepki.
3. Delikatnie uderza w ścięgno młoteczkim neurologicznym lub gumowym bądź krawędzią dłoni.
4. W wyniku uderzenia mięsień czworogłowy kurczy się, co powoduje gwałtowne wyprostowanie nogi w kolanie.
5. Jeśli odruch nie wystąpił, należy badanie wykonać ponownie, pilnując by osoba badana nie napinała mięśni, tylko miała je rozluźnione. Można też odwrócić uwagę osoby badanej i uderzyć w ścięgno w momencie, kiedy tego się nie spodziewa.
6. Przyczyną braku odruchu może być złe funkcjonowanie układu nerwowego.
7. Podobny odruch można zbadać w przypadku mięśnia trójgłowego łydki.
8. Osoba badana klęczy na krześle tak, aby jej stopy zwisały poza krzesło.
9. Osoba badająca uderza w ścięgno Achillesa, czego efektem jest prostowanie stopy.
10. Zastanów się i zapisz, jak wyglądał łuk odruchowy w przypadku tych odruchów oraz co było ośrodkiem odruchu.

ODRUCHY WARUNKOWE

Odruchy warunkowe są odruchami wyuczonymi, nabytymi w czasie życia człowieka na bazie odruchów bezwarunkowych. Ośrodkiem w łuku odruchowym jest tu kora mózgu, stąd są one w pełni świadome. Odruchom bezwarunkowym towarzyszą bodźce obojętne, które nie wywołują żadnego odruchu. Jeśli w czasie powtarzających się odruchów bezwarunkowych będziemy kojarzyć je ciągle z tym samym bodźcem obojętnym, wówczas bodziec obojętny może wywołać reakcję, taką samą jak w czasie odruchu bezwarunkowego.

Bardzo słynne jest doświadczenie prowadzone przez odkrywcę odruchów warunkowych – **Iwana Pawłowa**. Polegało ono na poprzedzaniu karmienia psów dzwonkiem (ryc. 12.11). Dźwięk dzwonka początkowo był bodźcem obojętnym dla psów, ale z biegiem czasu stał się bodźcem wywołującym wydzielanie śliny, tak jak samo jedzenie pokarmu. Dzwonek był sygnałem, że za chwilę podane zostanie jedzenie. Nabrał on znaczenia bodźca bezwarunkowego, jednak musiał nastąpić proces uczenia się, kojarzenia i zapamiętywania określonych sytuacji. Podobnie można zastosować inne bodźce zamiast dzwonka, np. zapalanie światła czy odpowiednią komendę. Warunkiem powstania takiego bodźca jest trening, który musi być dodatkowo często wzmacniany, gdyż w innym wypadku odruch zanika. Jeśli będziemy nagradzać psa lub kota za wykonanie jakiejś czynności, czyli podczas uczenia się, wówczas zwierzęta chętniej będą wykonywać nasze polecenia, oczekując nagrody, która w tym wypadku jest takim wzmocnieniem. Nagrody zawsze lepiej wzmacniają dany odruch, niż kary. Taki sam mechanizm wyrabiania i wzmacniania odruchów warunkowych występuje u człowieka. Z większą przyjemnością będziesz się uczyć biologii, jeśli zostaniesz pochwalony i gdy doceniony zostanie wysiłek, jaki włożyłeś w nauczanie się partii materiału lub wykonanie zadania. Odruchy warunkowe mają bardzo duże znaczenie dla człowieka. Dzięki zdobywaniu pewnych doświadczeń i uczeniu się ich, możemy uniknąć

1 – dźwięk dzwonka (bodziec obojętny)



2 – drażnienie jamy gębowej pokarmem (bodziec bezwarunkowy) 3 – wydzielanie śliny (odruch bezwarunkowy)

.....

1 – dźwięk dzwonka (bodziec obojętny)



2 – drażnienie jamy gębowej pokarmem (bodziec bezwarunkowy) 3 – wydzielanie śliny (odruch bezwarunkowy)

.....

1 – dźwięk dzwonka (bodziec obojętny)



2 – drażnienie jamy gębowej pokarmem (bodziec bezwarunkowy) 3 – wydzielanie śliny (odruch bezwarunkowy)

.....

1 – dźwięk dzwonka (bodziec obojętny)



BRAK
JEDZENIA

2 – wydzielanie śliny (odruch warunkowy)

Ryc. 12.11 W doświadczeniu Pawłowa pies nauczył się reagować na bodziec obojętny – wydzielat ślinę na dźwięk dzwonka

sytuacji niesprzyjających lub zagrażających naszemu życiu. Sam proces uczenia, zdobywania wiedzy oraz wszystkie nasze zachowania oparte są na licznych odruchach warunkowych. Dzięki nim jesteśmy w stanie funkcjonować i tworzyć społeczeństwo, kulturę i cywilizację. Pozwalają nam one przystosować się do warunków, w których się znajdujemy. Przykładami odruchów warunkowych u człowieka są: wydzielanie śliny pod wpływem zapachu jedzenia lub samego wyobrażenia sobie posiłku czy np. cytryny, niedotykanie przedmiotów, jeśli wiemy, że mogą być ostre lub gorące, uczenie się jazdy na rowerze, wrotkach, zdobywanie wiedzy itp.

PODSUMOWANIE

- *Odruch to automatyczna, utrwalona i powtarzająca się reakcja organizmu na jakiś bodziec.*
- *Odruch przebiega przez łuk odruchowy, składający się z receptora, neuronu czuciowego, neuronu kojarzeniowego, neuronu ruchowego i efektor. Neuron kojarzeniowy jest elementem ośrodkowego układu nerwowego, w którym analizowany jest odebrany bodziec i przygotowywana na niego odpowiedź.*
- *Odruchy bezwarunkowe to odruchy automatyczne, wrodzone, przebiegające poza naszą świadomością, zachodzące bardzo szybko jako odruch obronny organizmu. Ośrodkami odruchów bezwarunkowych są: rdzeń kręgowy, rdzeń przedłużony oraz ośrodki położone pod korą mózgu.*
- *Odruchy warunkowe to odruchy wyuczone, nabyte w czasie życia, przebiegające w sposób świadomy, zachodzące wolniej i pełniące funkcje poznawcze oraz przystosowawcze. Ośrodkiem odruchów warunkowych jest kora mózgowa.*

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. *Narysuj i połącz ze sobą trzy neurony, zaznacz kierunek przewodzenia wzdłuż nich impulsu nerwowego i opisz budowę jednego neuronu.*
2. *Jakie są rodzaje synaps i czym się od siebie różnią?*
3. *Stwórz schemat obrazujący struktury wchodzące w skład układu nerwowego.*
4. *W jaki sposób chroniony jest ośrodkowy układ nerwowy?*
5. *Wymień struktury tworzące istotę szarą i istotę białą. Sporządź schematyczny rysunek rozmieszczenia ich w mózgowiu i rdzeniu kręgowym.*
6. *Wymień funkcje rdzenia kręgowego, rdzenia przedłużonego i mózdzku.*
7. *Wyjaśnij pojęcie odruchu, podaj jakie są ich rodzaje i wymień różnice między nimi.*
8. *Podaj po pięć przykładów odruchów bezwarunkowych i warunkowych.*
9. *Opisz budowę prostego łuku odruchowego. Wyjaśnij pojęcia „receptor” i „efektor”.*
10. *Iwan Pawłow w swoim doświadczeniu udowodnił, jaki jest mechanizm powstawania odruchu warunkowego. Opisz to doświadczenie.*

12.4. Obwodowy i autonomiczny układ nerwowy

Obwodowy układ nerwowy (ryc. 12.12) zbudowany jest z nerwów unerwiających ciało człowieka, które przewodzą bodźce czuciowe do ośrodkowego układu nerwowego i jednocześnie bodźce ruchowe w stronę przeciwną.

W obwodowym układzie nerwowym można wyróżnić **układ somatyczny** i **układ autonomiczny**. Układ somatyczny kontroluje reakcje ustroju na bodźce zewnętrzne, natomiast układ autonomiczny odpowiada za utrzymanie stanu równowagi wewnętrznej organizmu.

SOMATYCZNY UKŁAD NERWOWY

Somatyczny układ nerwowy tworzą parzyste nerwy prowadzące od mózgu i rdzenia kręgowego. Przewodzą one informacje pomiędzy ośrodkowym układem nerwowym a narządami ciała człowieka.

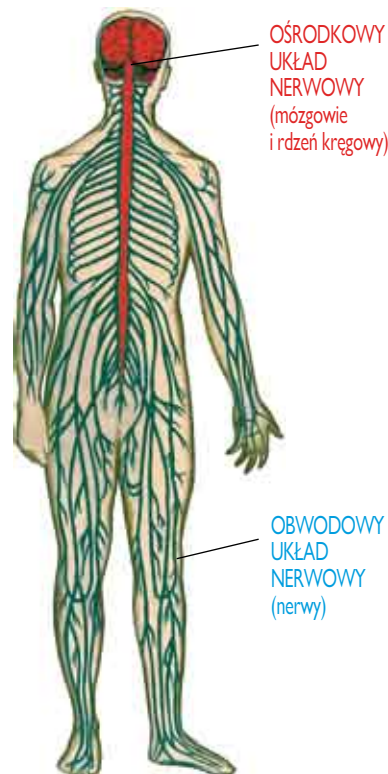
Od mózgu odchodzi 12 par **nerwów czaszkowych**. Zbierają one informacje z narządów zmysłów i przekazują je do mózgu. Tą drogą odbierane są wrażenia węchowe, smakowe, wzrokowe i słuchowe oraz informacje z receptorów czuciowych umieszczonych szczególnie w okolicy głowy. Nerwami czaszkowymi przekazywane są także zwrotne informacje z mózgu dotyczące: ruchu warg, języka, gardła i krtani, ruchów mimicznych, ruchu gałek ocznych. Do układu somatycznego zaliczamy również 31 par nerwów odchodzących od rdzenia kręgowego. Unerwiają one skórę, mięśnie i narządy wewnętrzne.

AUTONOMICZNY UKŁAD NERWOWY

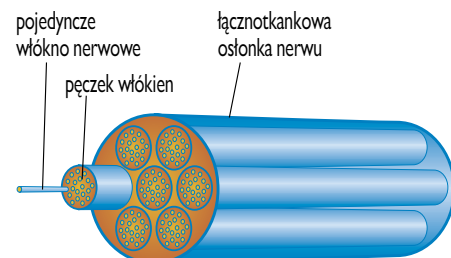
Autonomiczny układ nerwowy odpowiada za utrzymanie stanu równowagi wewnętrznej organizmu i jego kontrolę (ryc. 12.14). Funkcjonuje automatycznie, niezależnie od naszej woli, jednak pewne jego czynności mogą być kontrolowane świadomie. Układ autonomiczny jest powiązany z układem

WAŻNE POJĘCIA:

obwodowy układ nerwowy,
somatyczny układ nerwowy,
autonomiczny układ nerwowy,
układ współczulny,
układ przywspółczulny.

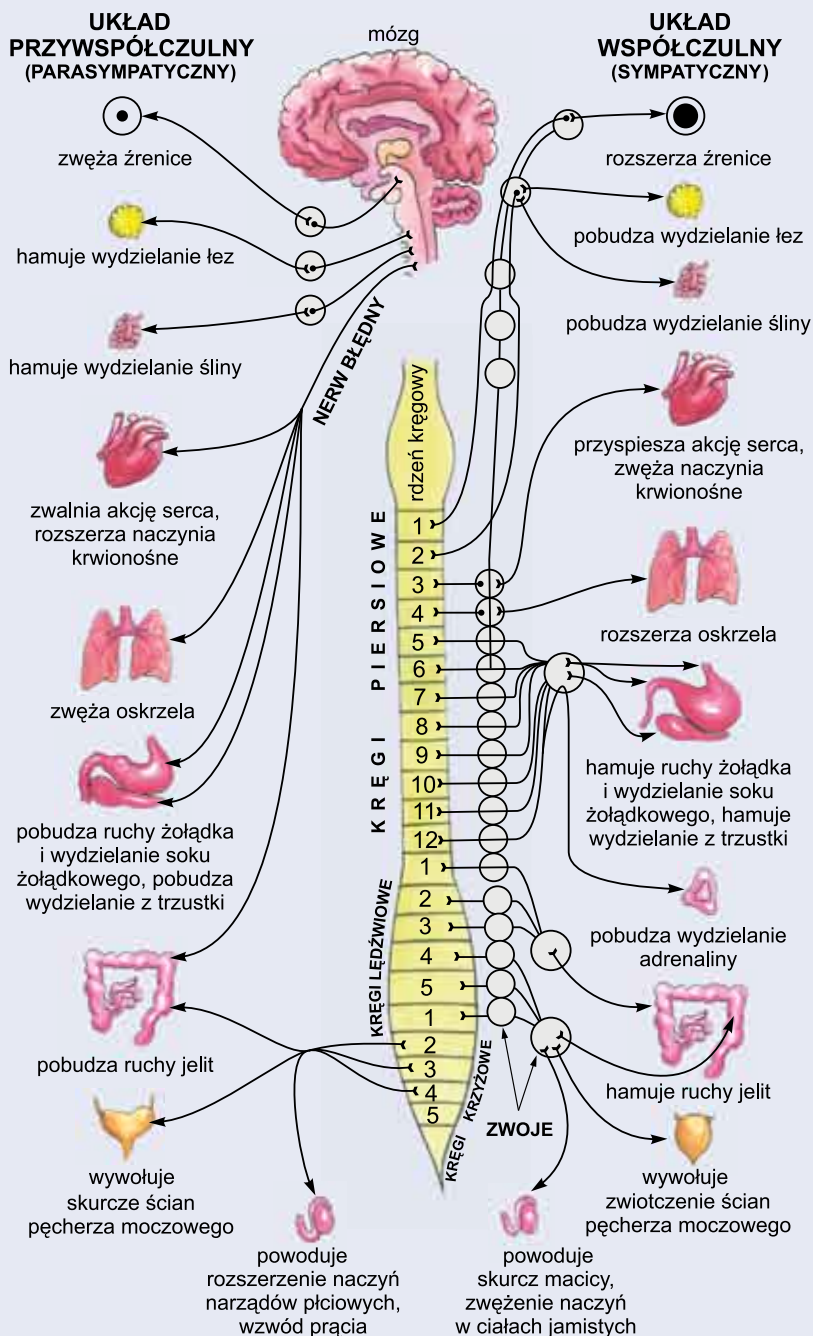


Ryc. 12.12 Podział układu nerwowego człowieka na ośrodkowy i obwodowy



Ryc. 12.13 Przekrój przez nerw

WARTO WIEDZIEĆ



Ryc. 12.14 Główne funkcje i działanie autonomicznego układu nerwowego – współczulnego i przywspółczulnego

ośrodkowym i nie działa bez jego kontroli. Jego nazwa – układ autonomiczny (czyli niezależny) – powstała z błędnego przeświadczenia badaczy, że działa on niezależnie od ośrodkowego układu nerwowego.

W obrębie autonomicznego układu nerwowego funkcjonują dwa oddzielne systemy: **układ współczulny** i **układ przywspółczulny**. Oba układy działają na zasadzie przeciwności. Układ współczulny **pobudza** aktywność wielu narządów wewnętrznych oraz **mobilizuje** organizm w sytuacjach stresowych. Układ przywspółczulny pełni odwrotne funkcje – **hamuje** aktywność narządów wewnętrznych oraz **zwalnia** aktywność organizmu. Zatem narządy wewnętrzne są unerwiane podwójnie przez nerwy układu współczulnego i przywspółczulnego. Dzięki ich współpracy możliwe jest odpowiednie, harmonijne działanie narządów. Na przykład układ współczulny powoduje rozszerzenie źrenic, natomiast impulsy płynące przez nerwy układu przywspółczulnego wywołują zwężenie się źrenic oka.

PODSUMOWANIE

- Obwodowy układ nerwowy tworzą nerwy unerwiające ciało człowieka i dzielimy go na układ somatyczny i układ autonomiczny.
- Układ somatyczny tworzą nerwy odchodzące od mózgu (12 par nerwów czaszkowych) i od rdzenia kręgowego (31 par nerwów rdzeniowych). Przewodzą one informacje pomiędzy ośrodkowym układem nerwowym a narządami człowieka.
- Nerwy czaszkowe zbierają informacje z narządów zmysłów głowy i przekazują do mózgu, a także przesyłają informacje zwrotne. Nerw błędny unerwia narządy wewnętrzne klatki piersiowej i jamy brzucha. Łączy się on z autonomicznym układem nerwowym.
- Nerwy rdzeniowe to nerwy czuciowo-ruchowe. Unerwiają skórę, mięśnie i narządy wewnętrzne.
- Autonomiczny układ nerwowy odpowiada za utrzymywanie i kontrolę stanu równowagi wewnętrznej organizmu. Funkcjonuje automatycznie – niezależnie od naszej woli. Kontrolowany jest przez układ ośrodkowy. Wyróżniamy w nim część współczulną i przywspółczulną, które działają względem siebie przeciwnie.
- Układ współczulny pobudza aktywność wielu narządów wewnętrznych oraz mobilizuje organizm w sytuacjach stresowych.
- Układ przywspółczulny działa odwrotnie, czyli hamuje aktywność narządów oraz zwalnia aktywność organizmu.
- Każdy narząd jest unerwiany przez układ współczulny i przywspółczulny. Dzięki ich współpracy możliwe jest harmonijne działanie tych narządów.

12.5. Higiena układu nerwowego

Do dobrego i sprawnego funkcjonowania układu nerwowego niezbędne jest przestrzeganie odpowiednich zasad, które generalnie określa się jako higienę tego układu. Każdy człowiek żyje i przebywa we względnie stałym środowisku społeczno-kulturowym. Mieszkamy w tym samym miejscu, urządzamy mieszkania tak, abyśmy dobrze się w nich czuli. Unormowany tryb życia i stałość warunków zewnętrznych, społecznych i kulturowych, dających poczucie bezpieczeństwa i zapewniające spokój, są podstawowym warunkiem higieny układu nerwowego. Jeśli zbyt silnie przywiążemy się do pewnych warunków życia, ich zmiana może okazać się dla nas bardzo trudna. Pojawiający się wtedy mocny stres może doprowadzić do zaburzeń układu nerwowego. Szczególnie trudno zmiany otoczenia znośzą ludzie starsi, którzy większą część życia spędzili w określonych warunkach społeczno-kulturowych. Niemożność szybkiego przystosowania się do nowych sytuacji prowadzi do nerwicy, które objawiają się złym funkcjonowaniem różnych układów naszego organizmu. Ludzie znerwicowani chorują na nadciśnienie, często dotykają ich choroby wrzodowe żołądka czy choroby serca. Układ nerwowy sprawuje nadrzędną rolę w organizmie człowieka, dlatego jego zaburzenia pociągają za sobą zaburzenia funkcjonowania innych układów.

WAŻNE POJĘCIA:

przemęczenie, sen, nerwice, zaburzenia zdrowia psychicznego, stres, migrena, epilepsja, zapalenie opon mózgowych, zapalenie mózgu, emocje, uczucia.

ZNUŻENIE I PRZEMĘCZENIE

Praca to jeden z nieodzownych elementów ludzkiego życia. Zarówno praca fizyczna, jak i umysłowa powodują wyczerpanie i zmęczenie organizmu. Pamiętaj, że ucząc się, wykonujesz także pracę umysłową! Bardzo istotne jest, aby zachować odpowiednie proporcje pomiędzy pracą a odpoczynkiem. **Zmęczenie** układu nerwowego objawia się **znużeniem**, czyli niezdolnością do dalszego wysiłku. Towarzyszą temu bóle i zawroty głowy, osłabienie szybkości reakcji i sprawności narządów zmysłów, spadek wrażliwości na ból, przyspieszenie tętna, ogólne osłabienie organizmu. Nawracające i przedłużające się stany znużenia prowadzą do **przemęczenia**. Dochodzi do nadwyrężenia komórek nerwowych i bardzo często nie wystarczy sam odpoczynek – konieczne jest też leczenie. Znużenie i przemęczenie są rodzajem samoobrony organizmu, który domaga się odpoczynku. Najlepszym sposobem odpoczynku i regeneracji układu nerwowego jest **sen**.



Ryc. 12.15 Każdy człowiek co pewien czas odczuwa zmęczenie – potrzebuje wtedy odpoczynku

ZBAWIENNY SEN

Sen jest niezbędny dla normalnego funkcjonowania organizmu człowieka. Jeśli z jakiejś przyczyny nie śpimy i wzbraniamy się przed snem, przychodzi taki moment, że organizm sam powoli i nieuchronnie zapada w sen – nawet wtedy, kiedy wiele bodźców i podniet (np. głośna muzyka, silne światło itp.) mogłyby w normalnych warunkach go uniemożliwić. Sen jest odwracalnym stanem nieświadomości organizmu, w którym kora mózgowa obniża znacząco swoją aktywność. Tempo metabolizmu ulega spowolnieniu, oddech zostaje zwolniony, spada również ciśnienie krwi. Dla zachowania odpowiedniej higieny mózgu oraz higieny pracy umysłowej powinniśmy dbać o regularne spanie. „Zarywanie nocy” w celu przygotowania się do klasówki nie jest dobrym pomysłem. Zmęczony umysł ma mniejsze zdolności zapamiętywania i uczenia się, a po nieprzespanej nocy przypominanie sobie informacji staje się bardzo trudne. Brak snu powoduje zaburzenia w ośrodkowym układzie nerwowym i zachowaniu człowieka. Młodzież w wieku szkolnym powinna spać około 8–9 godzin na dobę. Z wiekiem czas snu ulega skróceniu; dorośli śpią 7–8 godzin, a starsze osoby około 6.



Ryc. 12.16 Zdarza się nam zasypiać w różnych okolicznościach – zawsze wtedy odpoczywamy i regenerujemy układ nerwowy

NERWICE

Nerwice są zaburzeniami emocjonalnymi spowodowanymi długotrwałym stresem, lękiem wywołanym niekorzystnym oddziaływaniem środowiska społecznego (np. konfliktami, zagrożeniami). Lęk powoduje wiele dolegliwości organizmu: ból różnych części ciała, zaburzenia snu, łaknienia i innych czynności (szczególnie psychicznych). Dolegliwości te jeszcze bardziej potęgują lęk, który ponownie wzmacnia ich natężenie. Może to doprowadzić do skrajnego wyczerpania organizmu. Nerwice powinny być leczone, gdyż mogą doprowadzić do trwałych, poważnych zaburzeń psychicznych i somatycznych.



Ryc. 12.17 Różne lęki bywają objawami nerwic i innych zaburzeń psychicznych

ZABURZENIA PSYCHICZNE

Silne nerwice, lęki i inne przyczyny powodują w konsekwencji zaburzenia w funkcjonowaniu społecznym i psychicznym człowieka. Niestety, obecnie panujący model i sposób życia sprzyja powstawaniu takich zaburzeń i są one problemem coraz większej liczby ludzi, szczególnie w krajach wysoko rozwiniętych. Dlatego nie powinno się bagatelizować nawet drobnych oznak związanych z **zaburzeniami zdrowia psychicznego** i należy korzystać z porad psychologów i psychiatrów. Wczesne wykrycie i leczenie zaburzeń psychicznych daje większe szanse na poprawę stanu zdrowia i zahamowanie postępów tych zaburzeń. Najczęstsze z nich to:

- zaburzenia spowodowane używaniem różnych środków (alkohol, dopalacze, narkotyki itp. – ich negatywny wpływ na zdrowie człowieka zostanie omówiony w dalszych częściach podręcznika);
- urojenia;
- schizofrenia (psychoza; szaleństwo; silne zakłócenia w poprawnym odbiorze rzeczywistości – zaburzenia świadomości, postrzegania świata i dezorganizacja myślenia);
- zaburzenia nastroju, w tym depresja;
- fobie i inne zaburzenia nerwicowe;
- zaburzenia osobowości;
- upośledzenia czynności fizjologicznych organizmu (bulimia, lęki nocne);
- zaburzenia rozwoju psychologicznego i psychicznego dzieci.

Stres to zjawisko biologiczne, które jest reakcją organizmu na stawiane mu wymagania fizyczne lub psychiczne. Krótkotrwały stres działa mobilizująco i pomaga w przezwyciężaniu trudności. Długotrwały i silny stres oddziałuje na nasz organizm negatywnie. Pogarsza się wówczas samopoczucie, zdrowie i wreszcie może dojść do poważnych zaburzeń, dlatego należy odpowiednio radzić sobie ze stresem.

SPOSOBY UNIKANIA STRESU	SPOSOBY RADZENIA SOBIE ZE STRESEM
• dojrzała postawa wobec życia; • realistyczne wymagania; • planowanie czasu pracy i nauki; • zdrowy styl życia; • dbanie o przyjaźnie;	• określić jego przyczynę; • analiza mocnych i słabych stron, oraz zdarzeń najbardziej dla nas stresowych; • szczerą rozmowę z bliską osobą; • realistyczne myślenie; • czasem obrócenie trudnej sytuacji w żart; • ćwiczenia relaksacyjne; • ćwiczenia fizyczne (w tym spacer, praca w ogrodzie itp.); • jedna z odpowiednich dla nas metod naturalnych – medytacja, masaż, aromaterapia, muzykoterapia, ziołolecznictwo; • wysypianie się; • relaks i poświęcanie czasu na hobby.

Tab. 12.1 Sposoby na stres

CHOROBY UKŁADU NERWOWEGO

Częstą chorobą o podłożu dziedzicznym, związaną ze zmniejszoną aktywnością kory mózgowej, jest **migrena**. Objawia się ona powtarzającym się, bardzo silnym, jednostronnym bólem głowy, który nasila się pod wpływem emocji i wysiłku fizycznego. Występują także: światłowstręt, nadwrażliwość na dźwięki i zapachy oraz nudności i wymioty.

Uszkodzenia mózgu w bardzo wczesnym etapie rozwoju powodują chorobę zwaną **mózgowym porażeniem dziecięcym**. Objawia się ona różnorodnymi zaburzeniami postawy i ruchu (porażeniami, niedowładami, mimowolnymi ruchami, złą koordynacją ruchów) oraz zaburzeniami rozwojowymi (mowy, zachowania). Choroba ta nie postępuje, ale również nie można jej wyleczyć, ponieważ jest związana z trwałym uszkodzeniem niektórych obszarów mózgu.

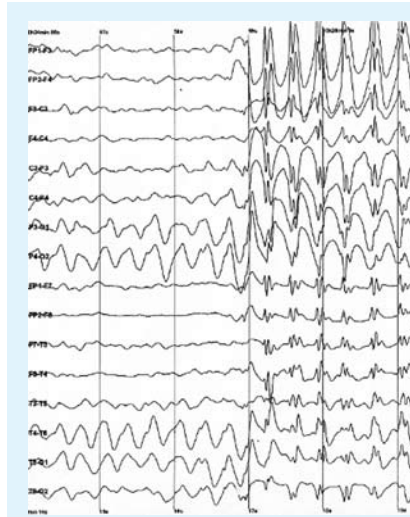
Jednym z objawów **epilepsji** (padaczki) są napady, które mogą być łagodne i prowadzić np. do krótkotrwałej utraty świadomości lub mogą mieć postać silną, wywoływać drgawki, sztywnienia ciała, ślinotok i szczękocisk. Choroba ta jest powodowana przez chwilowe zaburzenia czynności mózgu. Ważne jest, aby w czasie napadu padaczkowego zabezpieczyć chorego przed urazami ciała, np. uderzeniami głowy o twardą posadzkę itp.

W ośrodkowym układzie nerwowym mogą też powstawać **nowotwory**. Ich umiejscowienie jest różnorodne. Poza obecnością i rozwojem komórek nowotworowych dodatkowym problemem jest także ucisk powstających guzów na tkanki czy narządy i objawy z tym związane.

Układ nerwowy może również podlegać stanom zapalnym, związanym z zakażeniem bakteryjnym lub wirusowym. Najczęściej dochodzi wówczas do tzw. **zapalenia opon mózgowych** lub **zapalenia mózgu**. Są to bardzo niebezpieczne choroby, które wymagają natychmiastowego leczenia. Pozostający w gorączce mózg szybko może ulec uszkodzeniu, co ma poważne konsekwencje lub nawet prowadzi do śmierci. Choroby te – wcześniej stwierdzone i natychmiast leczone – są całkowicie uleczalne.



Ryc. 12.18 Migrena jest bardzo uciążliwą dolegliwością



Ryc. 12.19 Fragment zapisu badania aktywności mózgu (EEG) w momencie ataku epilepsji



Ryc. 12.20 Jeżdżąc na rowerze, chronimy kaskiem nasze głowy przed urazami

W ostatnich latach coraz bardziej wzrasta liczba zgonów spowodowanych **urazami mózgowo-rdzeniowymi**. Do urazów takich dochodzi w wyniku: wypadków komunikacyjnych, upadków z wysokości, wypadków w zakładach pracy, katastrof, pobić. Główne przyczyny to niestety zazwyczaj nieroztropność, roztargnienie i brak wyobraźni ludzi. Powinniśmy zawsze przestrzegać istotnych w danej sytuacji zasad bezpieczeństwa, stosować się do obowiązujących zakazów i nakazów, starać się być rozważnym w swoich działaniach i decyzjach. Na przykład w czasie jazdy na rowerze, rolkach czy łyżwach zakładaj kask (ryc. 12.20), chroń kolana i łokcie odpowiednimi osłonami, przestrzegaj też przepisów i nie utrudniaj poruszania się innym ludziom. Bądź świadom, że urazy mogą prowadzić do uszkodzenia obszarów ośrodkowego układu nerwowego, co z kolei może doprowadzić do złego funkcjonowania części ciała kontrolowanych przez tę część układu nerwowego. Mogą być one przyczyną paraliżu, niedowładów i śmierci. Niebezpieczne są też powikłania związane z urazami (krwiaki, obrzęki, zakażenia bakteryjne).

EMOCJE I UCZUCIA

Emocje są to stany psychiczno-fizjologiczne naszego organizmu. Zaliczyć do nich można strach, smutek, radość, przyjemność. Przeplatają się one ze sobą w każdym dniu życia człowieka. Odpowiedzialne są za nie różne ośrodki korowe i podkorowe mózgu. Zbyt silne emocje mogą powodować stany zaburzeń emocjonalnych, prowadzić do fobii czy też agresji. Emocje rozwijają się wraz z rozwojem człowieka. Stopniowo zaczynają występować w coraz bardziej złożonych formach – **uczuciach**. Emocje wy-



Ryc. 12.21 Piłka nożna wzbudza wielkie emocje wśród kibiców

stępują również u zwierząt, uczucia tylko u człowieka. Uczucia mogą być pozytywne (przyjaźń, miłość), jak i negatywne (nienawiść, zazdrość, gniew). Stale doświadczamy różnego rodzaju uczuć. Uczymy się je rozpoznawać, działamy pod ich wpływem. Uczucia pozytywne wpływają na nas budująco, wzmagają chęć do życia i twórczego działania. Pod ich wpływem możemy wykonać rzeczy, które w „normalnym” stanie nie byłyby możliwe. Uczucia negatywne rodzą wrogość do ludzi. Starajmy się je odrzucać. Nie pozwólmy, by mogły panować nad nami.

PODSUMOWANIE

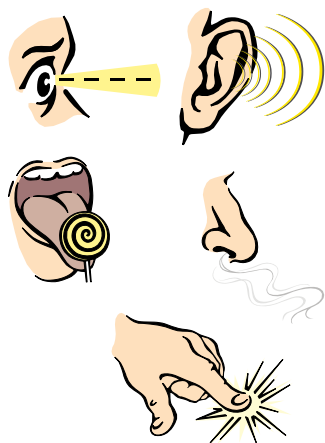
- *Prawidłowe funkcjonowanie układu nerwowego zależy od przestrzegania pewnych zasad, które się określa jako higienę tego układu.*
- *Higiena układu nerwowego związana jest z poczuciem bezpieczeństwa, unormowanym trybem życia, stabilnością warunków społecznych i kulturowych, odpowiednią proporcją pomiędzy pracą a odpoczynkiem, długością snu.*
- *Zmęczenie układu nerwowego objawia się znużeniem, czyli niezdolnością do dalszego wysiłku, albo przemęczeniem, czyli stanem nadwyrężenia komórek nerwowych.*
- *Sen to odwracalny stan nieświadomości organizmu, w którym kora mózgowa obniża swoją aktywność i następuje regeneracja organizmu. Młodzież w wieku szkolnym powinna spać 8–9 godzin dziennie.*
- *Konsekwencją długotrwałego stresu i lęku są zaburzenia emocjonalne, tzw. nerwice, które powinny być leczone, gdyż mogą doprowadzić do silnych zaburzeń psychicznych i somatycznych.*
- *Do chorób układu nerwowego zaliczamy między innymi: migrenę, epilepsję, nowotwory, zapalenie opon mózgowych, zapalenie mózgu. Przyczyny tych chorób związane są z zaburzeniami w funkcjonowaniu układu nerwowego lub całego organizmu, np.: złym funkcjonowaniem układu odpornościowego, zwyrodnieniami komórek nerwowych, rozwojem komórek nowotworowych, a także atakiem drobnoustrojów.*
- *U ludzi często dochodzi do urazów mózgowo-rdzeniowych powodujących paraliż, niedowład, a nawet śmierć.*
- *Emocje (pozytywne lub negatywne) to stany psychiczno-fizjologiczne naszego organizmu. Rozwijają się one wraz z rozwojem człowieka, będąc podstawą uczuć. Pozytywne emocje i uczucia działają motywująco i mobilizująco.*

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. *Z jakich elementów zbudowany jest obwodowy układ nerwowy? Podaj ich funkcję.*
2. *Wymień elementy autonomicznego układu nerwowego i opisz jego działanie.*
3. *Wykaż na czterech przykładach antagonistyczne działanie układu współczulnego i przywspółczulnego.*
4. *Jaka jest różnica pomiędzy zmęczeniem a przemęczeniem?*
5. *Podaj zasady higieny układu nerwowego.*
6. *Jaką funkcję w naszym organizmie spełnia sen?*
7. *Podaj, czym się objawiają nerwice. Jakie są ich przyczyny?*
8. *Wymień kilka przykładów zaburzeń zdrowia psychicznego.*
9. *Skonstruuj tabelę, w której przedstawisz choroby układu nerwowego oraz ich przyczyny.*

13. Narządy zmysłów umożliwiają kontakt ze środowiskiem zewnętrznym

Zmysły umożliwiają człowiekowi odpowiednie postrzeganie świata. Za pomocą specjalnych narządów odbieramy



Ryc. 13.1 Główne zmysły człowieka – wzrok, słuch, smak, węch, dotyk

różnego rodzaju bodźce ze środowiska zewnętrznego. Nie wszystkie bodźce docierają do nas w równym stopniu. Człowiek **widzi** barwy, kształty, **słyszy** dźwięki, roz-

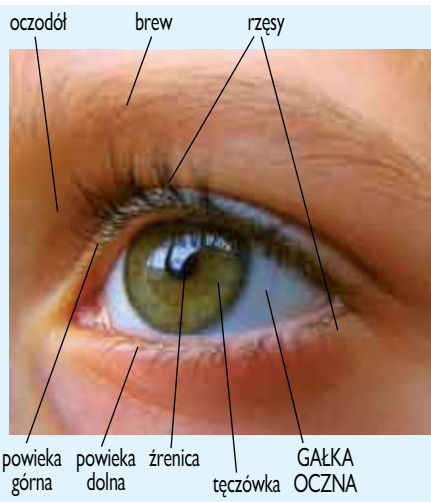
poznaje bodźce **zapachowe**, **smakowe** i **dotykowe**. Każdy z bodźców jest odbierany przez narząd zawierający odpowiednie komórki lub grupy komórek receptorowych, wrażliwych na jeden rodzaj bodźców. Komórki te reagują nawet na bardzo słabe bodźce, do których odbioru są przystosowane. Receptory zamieniają docierający do nich bodziec w impuls elektryczny, który jest przekazywany dalej do odpowiedniej części mózgu, gdzie jest analizowany.

WAŻNE POJĘCIA:

zmysły,
wzrok,
słuch,
równowaga,
smak,
powonienie (węch),
dotyk.

13.1. Budowa i działanie narządu wzroku

Oko ludzkie (ryc. 13.2) stanowi **narząd wzroku** i jest przystosowane do odbierania **bodźców świetlnych**. Zbudowane jest z komórek receptorowych i struktur pomocniczych, niebiorących bezpośrednio udziału w odbieraniu bodźców, choć niezbędnych do prawidłowego działania oka. To najbardziej skomplikowany narząd zmysłu człowieka. Nasz narząd wzroku składa się z gałki ocznej oraz aparatu ochronnego oka.



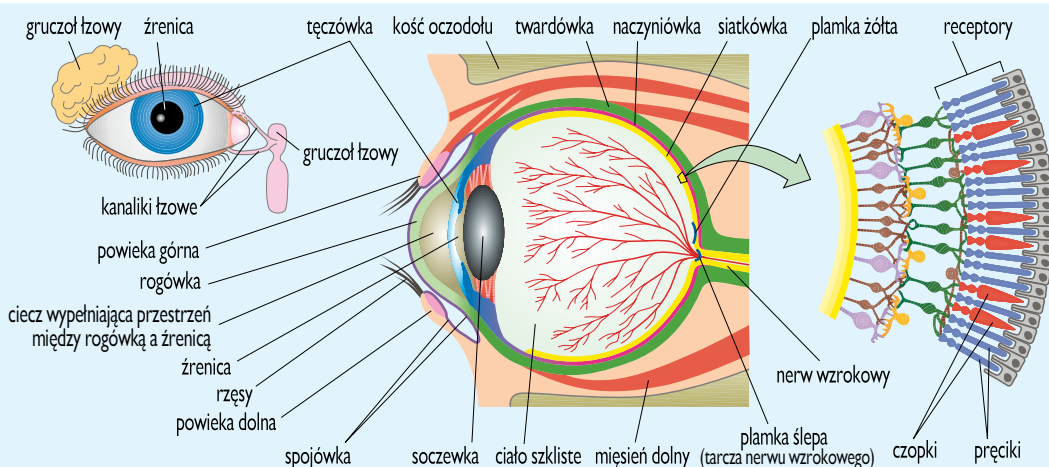
Ryc. 13.2
Oko – narząd wzroku

WAŻNE POJĘCIA:

gałka oczna,
twardówka, **rogówka**,
naczyniówka, **żrenica**,
tęczówka, **siatkówka**,
pręciki, **czopki**,
plamka żółta,
plamka ślepa,
nerw wzrokowy,
soczewka, **akomodacja**,
ciało szkliste,
krótkowzroczność,
dalekowzroczność,
astygmatyzm,
daltonizm, **zez**,
zapalenie spojówek,
jęczmień, **ślepotą**.

BUDOWA GAŁKI OCZNEJ

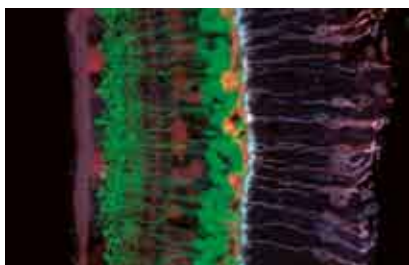
Gałka oczna ma kształt lekko spłaszczonej kuli (ryc. 13.3). Leży w oczodole, przez co jest dobrze chroniona i poza przednią jej częścią osłonięta kośćmi. Przytwierdzenie i jednocześnie poruszanie gałką oczną jest możliwe dzięki mięśniom ciągnącym się od jej powierzchni do różnych miejsc w oczodole. Odpowiednie ich unerwienie umożliwia poruszanie obu gałek ocznych w jednakowym kierunku, co ma bardzo duże znaczenie dla właściwego widzenia. Umieszczenie oczu w głowie i skoordynowane ruchy gałek ocznych umożliwiają **widzenie dwuoczne**, dzięki czemu może on odpowiednio oceniać odległość i głębię widzenia.



Ryc. 13.3 Budowa ludzkiego oka

Zewnętrzną warstwę gałki ocznej tworzy mocna, nieprzepuszczalna warstwa tkanki łącznej – **twardówka**. Stanowi niezbędną, sztywną osłonę wewnętrznych struktur oka. Jest ona matowa, tylko w przedniej części jej cieńsza warstwa jest przezroczysta i zwie się **rogówka**. Rogówka nie zawiera naczyń krwionośnych, jest obficie unerwiona i dzięki temu wrażliwa na wszelkie ciała obce. Po jej podrażnieniu następuje odruchowe zamykanie powiek i łzawienie. Przez rogówkę światło dostaje się do wnętrza gałki ocznej, dlatego musi być ona dobrze przepuszczalna dla promieni świetlnych.

Do twardówki od wewnątrz przylega **naczyniówka**. Jest to warstwa komórek zawierających czarny barwnik, który absorbuje nadmiar światła docierającego do wnętrza oka. Zapobiega to zamazywaniu obrazu przez światło odbite w środku gałki ocznej. Jest ona mocno unaczyniona (stąd jej nazwa). Od przodu przechodzi w **tęczówkę**. Tęczówka to pewnego rodzaju przesłona, która reguluje wielkość otworu, przez który wpada do oka światło. Otwór ten nazywamy **źrenicą**. Regulacja wielkości źrenicy jest możliwa dzięki budującym tęczówkę mięśniom gładkim i odbywa się ona poza naszą świadomą kontrolą. Intensywne światło (podobnie patrzenie na przedmiot z bliska)



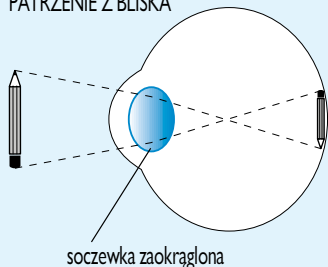
Ryc. 13.4 Pręciki i czopki na powierzchni siatkówki widziane pod mikroskopem

powoduje zmniejszenie źrenicy, natomiast słabe oświetlenie (lub patrzenie na przedmiot oddalony) wywołuje jej zwiększenie. Widzenie w zmiennych warunkach i przystosowanie do tego oka nazywa się **adaptacją**. Tęczówka zawdzięcza swą nazwę różnorodnemu zabarwieniu. Może ono być szare, niebieskie, zielone, piwne, brązowe, a także czarne i to w różnych odcieniach. Barwa tęczówki, potocznie nazywana kolorem oczu, jest dziedziczna.

Najbardziej wewnętrzną warstwą ściany gałki ocznej jest **siatkówka**, stanowiąca warstwę światłoczułą. Ma ona skomplikowaną budowę. Znajdują się tu liczne komórki nerwowe i komórki światłoczułe: **pręciki** i **czopki** (ryc. 13.3 i 13.4). Różnią się one przede wszystkim kształtem: pręciki są dłuższe i cieńsze, natomiast czopki – krótsze i grubsze. Poza tym pręciki są aktywne przy niezbyt mocnym świetle. Pozwalają one na widzenie kształtów i ruchu, jednak nie odbierają wrażeń barwnych. Z tego powodu przy niewielkim oświetleniu (późnym wieczorem) widzimy czarno-biało. Czopki odpowiedzialne są za widzenie w jasnym świetle. Dzięki nim widzimy barwy (zawierają barwniki wrażliwe na różne kolory światła) oraz potrafimy dostrzegać szczegóły. Pręciki są rozmieszczone liczniej na peryferiach siatkówki, natomiast największe nagromadzenie czopków znajduje się na niewielkim obszarze w centrum siatkówki, w tzw. **plamce żółtej**. To najbardziej czuły punkt w siatkówce – obrazy tu odbierane są najbardziej ostre i barwne. Na siatkówce znajduje się jeszcze tzw. **plamka ślepa**, gdzie nie ma komórek światłoczułych. W miejscu tym wychodzi nerw wzrokowy i jest ono zupełnie niewrażliwe na promienie świetlne.

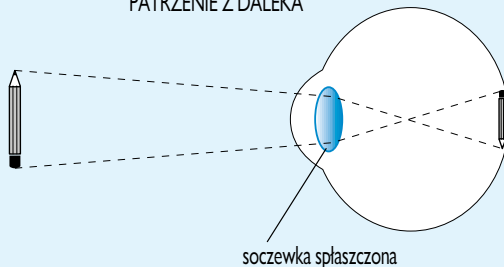
W przedniej części oka – tuż za tęczówką – znajduje się **soczewka**. Jest to dwuwypukłe, przezroczyste ciało, którego funkcja polega na załamywaniu promieni świetlnych i skupianiu ich na siatkówce. Soczewka przytwierdzona jest za pomocą więzadeł do mięśni, dzięki którym może zmieniać swój kształt na bardziej lub mniej wypukły (ryc. 13.5). Dzięki temu oko posiada zdolność do widzenia przedmiotów znajdujących się w różnych odległościach. Nazywamy ją **akomodacją**. To dostosowanie polega na odpowiednim doborze ostrości widzenia.

PATRZENIE Z BLISKA



soczewka zaokrąglona

PATRZENIE Z DALEKA



soczewka spłaszczona

Ryc. 13.5 Zmiana kształtu soczewki oka – akomodacja – przy patrzeniu z bliska i z daleka

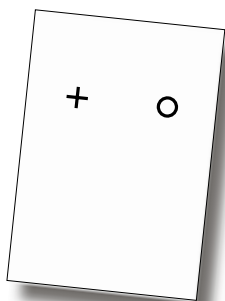
ĆWICZENIE 13.1

Znikające koło...

czyli stwierdzamy obecność plamki ślepej.

MATERIAŁY I PRZYRZĄDY:

- kartka białego papieru,
- czarny pisak,
- linijka.



POSTĘPOWANIE:

1. Na kartce papieru rysujemy koło o średnicy 1,5 cm, a w odległości 10 cm od niego podobnej wielkości krzyżyk.
2. Zaskłaniamy jedno oko.
3. Ustawiamy kartkę tak, aby krzyżyk był dokładnie na wprost odsłoniętego oka, natomiast koło – na zewnątrz.
4. Kartkę odsuwamy od siebie na wyciągnięcie ręki i powoli zbliżamy.
5. Cały czas wpatrujemy się w krzyżyk.
6. W pewnej odległości od oka zniknie obraz koła.
7. Przesuwamy kartkę nadal bliżej oka, wówczas w pewnej odległości ponownie pojawi się obraz koła.
8. Wykonaj doświadczenie kolejno dla obu oczu.
9. Czy w obu przypadkach koło zniknęło w tej samej odległości kartki od oczu?
10. Wysznuj wnioski i je zapisz.

Przestrzeń pomiędzy rogówką a soczewką wypełnia płyn. Większą część **gałki ocznej** za soczewką wypełnia **ciało szkliste** – przezroczysta, galaretowata substancja, która przede wszystkim pozwala na utrzymanie odpowiedniego kształtu gałki ocznej.

APARAT OCHRONNY OKA

Powieki są fałdami skórnymi zabezpieczającymi oko przed urazami mechanicznymi, zbyt silnym promieniowaniem świetlnym, wysychaniem oraz dostawaniem się zanieczyszczeń. Wewnętrzną powierzchnię powiek i przednią część gałki ocznej pokrywa błona śluzowa – **s spojówka**. Jest ona wrażliwa i może ulegać stanom zapalnym.

Rzęsy i brwi również chronią przed dostawaniem się kurzu, pyłu oraz innych zanieczyszczeń, które mogą podrażnić lub uszkodzić gałkę oczną. Brwi zabezpieczają także przed spływaniem potu i zanieczyszczeń z czoła.

Aparat łzowy składa się z **gruczołów łzowych** i kanalików łzowych, przez które spływają łzy. Łzy są wydzieliną gruczołów łzowych, złożoną głównie z wody, niewielkich ilości chlorku sodu (soli kuchennej) oraz substancji o działaniu bakteriobójczym.



Ryc. 13.6 Łzy są wydzieliną gruczołów łzowych złożoną z wody i niewielkich ilości chlorku sodu (soli kuchennej) oraz substancji bakteriobójczych

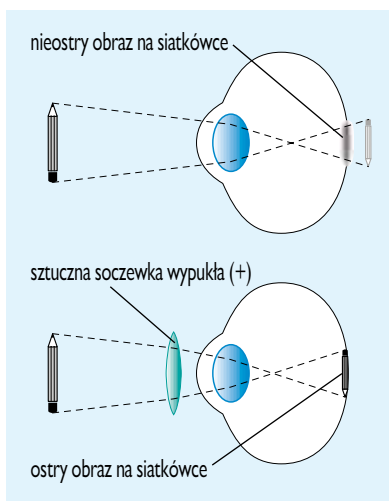
W czasie mrugania powieki rozprowadzają je po powierzchni gałki ocznej. Dzięki temu oko jest nawilżone, zabezpieczone przed bakteriami, a dostające się zanieczyszczenia spływają wraz ze łzami do kącików oczu.

MECHANIZM WIDZENIA

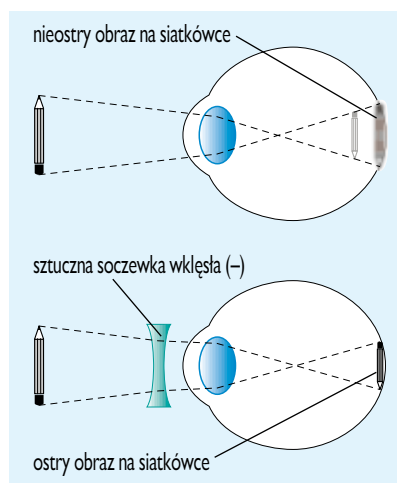
Promienie świetlne przechodzą przez rogówkę, ciecz wodnistą, źrenicę i zostają załamane przez soczewkę. Następnie przenikają przez ciało szkliste i są skupiane na siatkówce. Komórki światłoczułe zostają podrażnione i przekazują informację poprzez wzbudzenie impulsu elektrycznego w komórkach nerwowych. Impuls nerwem wzrokowym biegnie do ośrodka położonego w płacie potylicznym kory mózgowej, gdzie podlega analizie i odczytane zostają wrażenia wzrokowe. **Obraz** powstający na siatkówce oka jest **rzeczywisty**, **pomniejszony** i **odwrócony** (ryc. 13.5). Znaczy to, że wrażenia wzrokowe rejestrowane są w oku „do góry nogami”, natomiast odpowiednia ich interpretacja, w tym odwrócenie obrazu, następuje w korze mózgowej.

WADY WZROKU

Wady wzroku powstają w wyniku niewłaściwego działania aparatu ocznego. Jeśli promienie świetlne skupiają się przed siatkówką, wówczas obraz jest zatarty i niewyraźny. Mamy wtedy do czynienia z **krótkowzrocznością** (ryc. 13.7). Tylko przedmioty oglądane z bliska są widziane wyraźnie. Gałka oczna jest wówczas wydłużona, a obraz może być korygowany poprzez zastosowanie soczewek wklęsłych, oznaczanych jako „-” (minus).



Ryc. 13.8 Dalekowzroczność i sposób jej korekcji



Ryc. 13.7 Krótkowzroczność i sposób jej korekcji

Gdy gałka oczna jest skrócona, to promienie światła skupiają się za siatkówką i nie-

możliwe jest ostre widzenie przedmiotów z bliska. Mamy do czynienia wtedy z **dalekowzrocznością** (nadwzrocznością, ryc. 13.8), którą korygujemy soczewkami wypukłymi, oznaczanymi jako „+”.

Inną wadą wzroku jest **astygmatyzm**. Polega on na zaburzonej kulistości (sferyczności) oka, a konkretnie rogówki lub soczewki. Widziany obraz jest wówczas rozmazany w jednym kierunku, gdyż nie skupia się w okrągłym obszarze siatkówki. Dzieje się tak, jeśli np. oko ma większą szerokość niż wysokość. Wadę tę koryguje się odpowiednimi soczewkami.

Chorobą dziedziczną jest zaburzenie rozpoznawania niektórych barw, szczególnie odróżniania koloru czerwonego od zielonego. Potocznie nazywa się ją **daltonizmem**. Częściej występuje ona u mężczyzn niż u kobiet.

Zaburzenia w działaniu mięśni oczu mogą prowadzić do zmiany kąta patrzenia jednego oka względem drugiego. W wyniku tego powstają problemy z widzeniem dwuocznym, skutkiem czego jest niewłaściwa ocena głębi i odległości oglądanego przedmiotu. Wada ta zwana jest **zezem**. W tym wypadku korygujemy wzrok odpowiednimi okularami. Niekiedy wymagany jest zabieg chirurgiczny.

Choroby oczu spowodowane infekcjami to **zapalenie spojówek** i **jęczmień**. Są one dość powszechne, ale nie należy ich bagatelizować i w razie wystąpienia skorzystać z porady lekarza okulisty.

Bardzo znaczna lub całkowita utrata wzroku nazywana jest **ślepotą**. Jej przyczynami mogą być wady aparatu wzroku, uszkodzenia nerwów lub urazy mechaniczne. U **niewidomych** jest ona wrodzona, a u **ociemniałych** nabyta, np. w wyniku uszkodzenia oka. Niektóre jej postacie są leczone operacyjnie, ale zazwyczaj zmiany są nieodwracalne i niemożliwe do wyleczenia.

HIGIENA OCZU

Podstawową rzeczą w **higienie narządu wzroku** jest dbałość o jego ochronę przed niekorzystnymi czynnikami środowiska oraz odpowiednie jego nawilżenie. Powinniśmy zachować odpowiednią wilgotność powietrza w pomieszczeniach, w których przebywamy, pić właściwą ilość płynów i często starać się wychodzić na świeże powietrze.

Należy też odpocząć po długich okresach intensywnej pracy (czytanie, oglądanie telewizji, praca z komputerem). Czytany tekst powinien znajdować się w odpowiedniej odległości i być dobrze oświetlony. Podczas pracy z komputerem monitor należy umieścić we właściwej odległości od oczu. Nawykiem powinno być używanie okularów ochronnych w czasie uprawiania niektórych sportów (ryc. 13.9) czy też wykonywania pewnych prac. W przypadku złego, nieostrego widzenia konieczne jest udanie się do lekarza okulisty, przeprowadzenie badania wzroku i w razie potrzeby korzystanie z okularów korekcyjnych lub szkielek kontaktowych.



Ryc. 13.9
W razie potrzeby
chronimy nasze oczy okularami

PODSUMOWANIE

- *Narząd zmysłu utworzony jest z grupy komórek receptorowych wrażliwych na jeden rodzaj bodźców.*
- *Narząd wzroku jest zbudowany z gałki ocznej i aparatu ochronnego oka.*
- *Gałkę oczną tworzą trzy warstwy: twardówka, naczyniówka i siatkówka oraz ciało szkliste, które te warstwy otaczają.*
- *Twardówka pełni funkcję ochronną, przechodzi ku przodowi w przezroczystą rogówkę.*
- *Naczyniówka absorbuje nadmiar światła. Z przodu wyróżniamy w niej barwną tęczęwkę otaczającą źrenicę. Wielkość źrenicy zależy od natężenia światła docierającego do oka.*
- *Siatkówka to warstwa światłoczuła utworzona przez komórki światłoczułe: pręciki (widzenie czarno-białe) i czopki (widzenie barwne). Na siatkówce wyróżniamy plamkę żółtą (największe nagromadzenie czopków) i plamkę ślepą (brak komórek światłoczułych), od której odchodzi nerw wzrokowy.*
- *W przedniej części oka – tuż za tęczęwką – znajduje się soczewka, która załamuje promienie świetlne i skupia je na siatkówce.*
- *Aparat ochronny oka stanowią: powieki, spojówka, rzęsy, brwi i aparat łzowy.*
- *Akomodacja jest to zdolność przystosowania się oka do oglądania przedmiotów z bliska i z daleka, dzięki zmianom wypukłości soczewki.*
- *Na siatkówce powstaje obraz rzeczywisty, pomniejszony i odwrócony. Komórki światłoczułe przekazują informację poprzez impuls elektryczny do nerwu wzrokowego. Dalej biegnie ona do płatu potylicznego kory mózgowej, gdzie jest analizowana.*
- *Najczęściej spotykanymi wadami wzroku są: krótkowzroczność, dalekowzroczność, astygmatyzm, daltonizm i zez.*
- *Higiena oczu polega na: dbałości o ich bezpieczeństwo, ochronie przed niekorzystnymi czynnikami środowiska i odpowiednim nawilżaniu pomieszczeń, przyjmowaniu właściwej ilości płynów i zachowaniu równowagi między wyteżaniem wzroku a jego odpoczynkiem.*

13.2. Ucho jako narząd słuchu i równowagi

Narząd **słuchu i równowagi** człowieka to **ucho**. Jest ono przystosowane do odbierania fal dźwiękowych, zamiany fali dźwiękowej w impuls elektryczny i przekazania go do odpowiednich ośrodków w korze mózgowej.

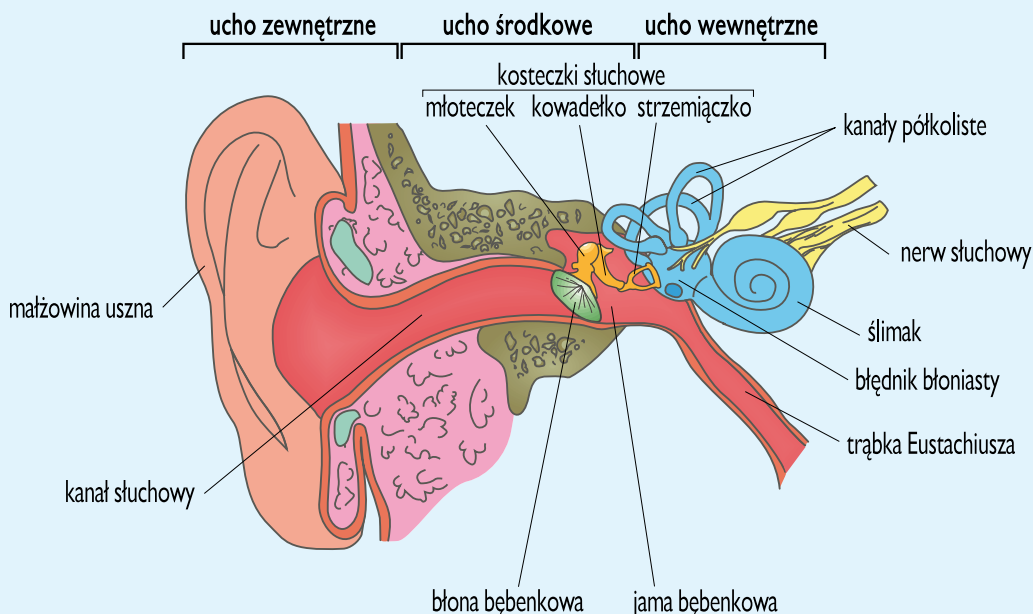
BUDOWA UCHA

Ucho dzieli się na trzy części: ucho zewnętrzne, środkowe i wewnętrzne (ryc. 13.10).

Na **ucho zewnętrzne** składa się małżowina uszna i przewód słuchowy zewnętrzny. **Małżowinę uszną** buduje chrząstka pokryta skórą. Jej kształt jest zbliżony u wszystkich ludzi, choć wykazuje pewne zróżnicowanie. Specyficzny kształt małżowiny usznej umożliwia kierowanie fal dźwiękowych do innych części ucha. **Przewód słuchowy zewnętrzny** jest kanałem wysłanym skórą. Znajdują się w niej gruczoły łojowe, które produkują woskowinę. Woskowina jest żółtawą substancją, odgrywającą ważną rolę w oczyszczaniu, nawilżaniu i ochronie przed patogenami. Funkcję ochronną pełnią też, znajdujące się na powierzchni skóry, włoski. Przewód słuchowy zewnętrzny ma za zadanie doprowadzać fale dźwiękowe do błony bębenkowej, która znajduje się na jego końcu.

WAŻNE POJĘCIA:

małżowina uszna,
przewód słuchowy,
błona bębenkowa,
jama bębenkowa,
kosteczki słuchowe,
trąbka słuchowa,
błądźnik kostny,
błądźnik błoniasty,
pręsień,
ślimak,
kamyczki słuchowe,
hałas.



Ryc. 13.10 Budowa ucha ludzkiego

Granicą pomiędzy uchem zewnętrznym a **uchem środkowym** jest **błona bębenkowa** – elastyczna, silnie unerwiona błona łącznotkankowa. Fale dźwiękowe wprawiają ją w drgania, dzięki czemu następuje zamiana bodźca akustycznego w mechaniczny. Ucho środkowe składa się z: błony bębenkowej, jamy bębenkowej, kosteczek słuchowych i trąbki słuchowej. Jego zadaniem jest przekazanie drgań błony bębenkowej do ucha wewnętrznego. **Jama bębenkowa** to niewielka, wypełniona powietrzem przestrzeń wewnątrz czaszki. Jest ona połączona z gardłem **trąbką słuchową** (trąbką Eustachiusza), co umożliwia utrzymanie jednakowego ciśnienia po obu stronach błony bębenkowej. Jeśli występują różnice ciśnień, wówczas błona bębenkowa odkształca się i gorzej słyszymy. Dzieje się tak na przykład podczas startu samolotu, kiedy ciśnienie w kabinie zmienia się dość szybko. Należy wówczas przełykać ślinę, gdyż powoduje to otwarcie trąbki słuchowej i wyrównanie ciśnienia po obu stronach błony bębenkowej.

W jamie bębenkowej znajdują się trzy **kosteczki słuchowe**: **młoteczek**, **kowadełko** i **strzemiączko** (najmniejsza kość ludzkiego ciała). Młoteczek jest połączony z błoną bębenkową i z kowadełkiem, które łączy się ze strzemiączkiem. Zadanie kosteczek słuchowych to przekazywanie drgań błony bębenkowej do ucha wewnętrznego i wzmacnianie ich.

Ucho wewnętrzne składa się z szeregu kanałów, przestrzeni i jam wewnątrz kości czaszki, które tworzą **błędnik kostny**, gdzie mieści się wypełniony płynem **błędnik błoniasty**. Część błędnika błoniastego, przylegająca do ucha środkowego, to **przedsionek**. Z nim łączą się trzy **kanały półkoliste** oraz **ślimak**. Błona bezpośrednio stykająca się ze strzemiączkiem nazywa się **okienkiem owalnym**. Dzięki niemu drgania przenoszone są do wnętrza ślimaka, który jest najważniejszą częścią ucha wewnętrznego. Jest to zwężający się, zwinięty na kształt muszli ślimaka przewód kostny, wysłany błoną i wypełniony płynem. Wewnątrz niego znajdują się komórki zmysłowe (receptory), które odbierają drgania spowodowane dźwiękami i zamieniają je na impulsy elektryczne. Impulsy te przekazywane są nerwem słuchowym do mózgu.

ODBIERANIE WRAŻEŃ DŹWIĘKOWYCH

Przebieg fali dźwiękowej i odbieranie wrażeń słuchowych odbywa się wg schematu:

fale dźwiękowe —> małżowina uszna —> przewód słuchowy zewnętrzny —> drgania błony bębenkowej —> drgania kosteczek słuchowych (młoteczek, kowadełko, strzemiączko) —> drgania okienka owalnego w błonie przedsionka —> drgania płynu wypełniającego ślimak —> podrażnienie komórek zmysłowych —> impuls nerwowy przebiegający przez nerw słuchowy —> ośrodek słuchowy w płacie skroniowym kory mózgowej

ZMYŚŁ RÓWNOWAGI

Dzięki **zmysłowi równowagi** odczuwamy zmiany położenia i ruchy ciała w przestrzeni. Składają się na niego elementy **ucha wewnętrznego** (ryc. 13.11). Jedne z nich to **kanały półkoliste**, które rozmieszczone są w różnych płaszczyznach. Ruch głowy powoduje ruch płynu wewnątrz kanałów, a ten podrażnia komórki zmysłowe zaopatrzone we włoski, znajdujące się na końcu kanałów. Podrażnione włoski i komórki powodują pobudzenie komórek nerwowych i przekazanie odpowiedniego impulsu. Następnie podlega on analizie i dzięki temu odbierana jest informacja dotycząca położenia głowy. Między ślimakiem a kanałami półkolistymi znajdują się pęcherzykowate komory, w których poza płynem umieszczone są również tzw. **kamyki słuchowe**. Przesuwanie się kamyków po błonie zawierającej komórki zmysłowe informuje o położeniu ciała, co pozwala człowiekowi utrzymać równowagę.

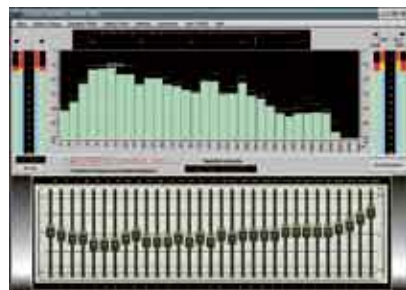
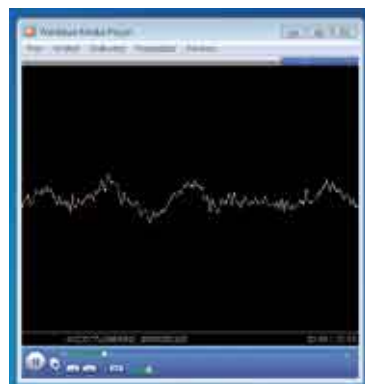
RÓŻNORODNOŚĆ DŹWIĘKÓW

Docierające do nas **dźwięki różnią się od siebie**. Mają one odmienną **głośność, tonację i natężenie**. Wysokość dźwięku zależy od częstotliwości fal dźwiękowych. Głośne dźwięki charakteryzują się falą o dużej wysokości. Następuje wówczas silne pobudzenie komórek słuchowych, co powoduje przewodzenie przez nerw słuchowy dużej ilości impulsów w określonym czasie. Słyszenie różnorodnej muzyki, wydawanej np. przez różne instrumenty, związane jest z pobudzaniem różnych grup komórek zmysłowych, co ma wpływ na jakość słyszanego dźwięku. Człowiek odbiera dźwięki w określonym zakresie częstotliwości. Dźwięki o częstotliwości niższej lub wyższej niż ten zakres nie są słyszane.

Ucho ludzkie jest doskonałym narządem słuchu. Istnieją oczywiście różnice indywidualne w sprawności działania narządu słuchu i jakości słyszenia. Przejawia się to lepszym lub gorszym słuchem muzycznym, lepszym lub gorszym słyszeniem dźwięków o określonych częstotliwościach. Uszkodzenia aparatu słuchowego na ogół trwale obniżają jakość odbieranych dźwięków.



Ryc. 13.11 Ucho wewnętrzne jako narząd równowagi



Ryc. 13.12 Dźwięk możemy też „zobaczyć” – komputerowe odtwarzacze multimedialne często wyświetlają fale dźwiękowe w postaci pulsujących linii lub słupków

HAŁAS

Hałasem określa się dźwięki, które są szkodliwe dla zdrowia człowieka. Traktuje się go również jako jeden z rodzajów zanieczyszczeń środowiska. Częste przebywanie w hałasie (zbyt głośna muzyka, huk maszyn – hałas przemysłowy, komunikacyjny i in.) może powodować trwałe zmiany w aparacie słuchu, doprowadzić do upośledzenia słuchu lub całkowitej jego utraty. Czasowe upośledzenie słuchu, które ustępuje po określonym czasie, może być spowodowane zmęczeniem. Jest ono związane bardziej z ośrodkami w mózgu niż z samym aparatem słuchowym człowieka, ponieważ słuchanie np. głośnej muzyki przez jedną słuchawkę powoduje chwilowe pogorszenie słuchu w obu uszach.

Hałas wpływa niekorzystnie także na psychikę człowieka i na funkcjonowanie całego układu nerwowego, a także na układ krążenia i inne narządy wewnętrzne. Powoduje zmęczenie, nie pozwala odpoczywać oraz źle wpływa na wykonywaną pracę. Reakcja na hałas związana jest z wiekiem, płcią, predyspozycjami genetycznymi, ogólnym stanem zdrowotnym i emocjonalnym organizmu. Najbardziej wrażliwe na hałas są dzieci i młodzież oraz ludzie starsi. Istotnym problemem jest słuchanie głośnej muzyki przez słuchawki. Młodzi ludzie często nie zdają sobie sprawy, że w ten sposób mogą trwale uszkodzić sobie słuch.

W miejscach, gdzie istnieje ryzyko wydobywania się zbyt głośnych dźwięków (np. wzdłuż dróg i autostrad), buduje się specjalne ekrany akustyczne, zmniejszające i tłumiące dźwięki docierające do osiedli ludzkich.

Negatywne skutki hałasu to:

- zły wpływ na sen i wypoczynek,
- zły wpływ na zdolność koncentracji i skupiania uwagi,
- obniżenie wydajności nauki i pracy umysłowej,
- zaburzenia orientacji,
- obniżenie czułości wzroku,
- zaburzenia węchu i smaku,
- uczucie znużenia i zmęczenia,
- ból i zawroty głowy,
- niepokój i zdenerwowanie,
- podwyższenie ciśnienia krwi,
- czasowe lub trwałe uszkodzenie słuchu.



Ryc. 13.13 Na koncercie rockowym może być naprawdę bardzo głośno

Poziom natężenia dźwięków mierzy się w jednostkach **decybelach** (dB). Maksymalne natężenie dźwięku słyszalne przez człowieka, ale szkodliwe, to 140 dB. Dźwięki z wyższym natężeniem powodują uszkodzenie elementów ślimaka i głuchotę. Szkodliwe jest oddziaływanie dźwięków krótkich, lecz o wysokim natężeniu oraz dźwięków o niższym natężeniu, lecz działających przez dłuższy czas. Przykładowe natężenie docierających do nas dźwięków: szum strumienia 20 dB, rozmowa około 60 dB, ruch uliczny 70–80 dB, hałas podczas przerwy 90 dB, młot pneumatyczny 100 dB, głośna muzyka dyskotekowa 110 dB, startujący samolot 120 dB.

PODSUMOWANIE

- *Narząd słuchu wyposażony jest w receptory, które są wrażliwe na fale dźwiękowe, czyli na bodziec akustyczny.*
- *W narządzie słuchu wyróżniamy: ucho zewnętrzne, środkowe i wewnętrzne.*
- *Ucho zewnętrzne składa się z małżowiny usznej i kanału słuchowego zewnętrznego, które kierują fale dźwiękowe na błonę bębenkową.*
- *Ucho środkowe to jama bębenkowa, kosteczki słuchowe – młoteczek, kowadełko i strzemiączko – oraz trąbka słuchowa. Kosteczki słuchowe wzmacniają i przekazują drgania błony bębenkowej do ucha wewnętrznego.*
- *Ucho wewnętrzne składa się z błędnika kostnego i błoniastego. W błędniku błoniastym wyróżniamy przedsionek, kanały półkoliste i ślimak. Wewnątrz ślimaka są zgrupowane komórki zmysłowe, które odbierają drgania i zamieniają je w impuls elektryczny. Następnie impuls ten przekazywany jest nerwem słuchowym do płatu skroniowego kory mózgowej.*
- *Narząd równowagi znajduje się w kanałach półkolistych. Budują go komórki zmysłowe i włoski znajdujące się w końcu kanałów oraz kamyki słuchowe. Odbierane przez nie bodźce przekazywane są do kory mózgowej.*
- *Hałas, czyli dźwięki za głośne, za wysokie, za niskie są bardzo szkodliwe dla zdrowia człowieka – powodują wiele niekorzystnych zaburzeń w funkcjonowaniu organizmu.*

13.3. Zmysły: smaku, powonienia i dotyku

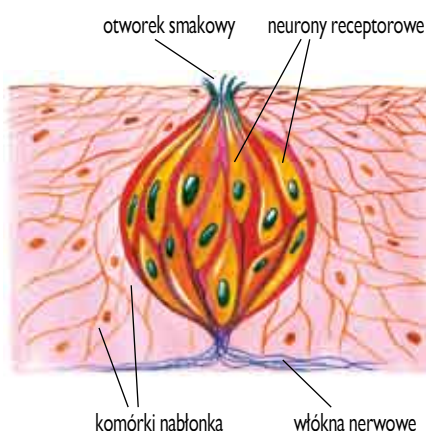
Poza bodźcami świetlnymi i dźwiękowymi człowiek posiada również narządy zmysłów odbierające wrażenia chemiczne i mechaniczne (dotykowe).

ZMYŚŁ SMAKU

Zmysł smaku jest jednym ze zmysłów „chemicznych”. **Receptory smakowe** reagują pobudzeniem na określone substancje chemiczne. Znajdują się one w jamie ustnej, głównie w błonie śluzowej języka, podniebienia miękkiego i tylnej ścianie gardła. Na górnej powierzchni języka mieszczą się **brodawki językowe**, zaopatrzone w receptory

WAŻNE POJĘCIA:

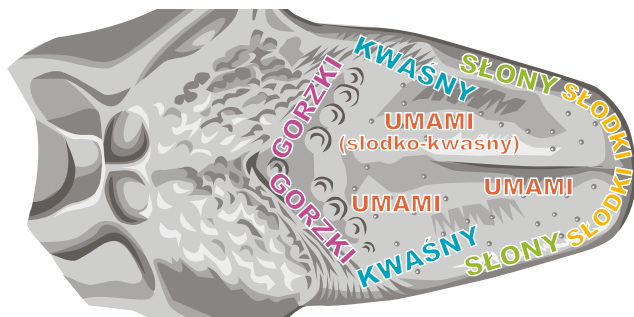
kubki smakowe,
nabłonek węchowy,
komórki węchowe,
czucie powierzchniowe,
czucie głębokie.



Ryc. 13.14 Kubek smakowy – główny receptor smaku na powierzchni języka

smakowe w postaci tzw. **kubków smakowych** (ryc. 13.14). Kubki smakowe są to owalne komórki nabłonka, w których znajduje się wiele receptorów smakowych. Do nich docierają substancje chemiczne z pokarmów i napojów, które spożywamy. Bodziec pobudzający komórki zostaje następnie zamieniony na impuls elektryczny i nerwami przekazany do ośrodków smaku w płatach ciemieniowych kory mózgowej. Docierające informacje nakładają się na siebie i powstają odpowiednie wrażenia smakowe. Istotne jest to, że na wrażenia smakowe składają się także wrażenia węchowe, odbierane jednocześnie ze smakowymi w czasie jedzenia pokarmu.

Człowiek odróżnia pięć podstawowych smaków: **słony**, **słodki**, **kwaśny**, **gorzki** i **umami** (słodko-kwaśny). Receptory reagujące na poszczególne smaki znajdują się w różnych częściach języka, choć niektóre brodawki smakowe mogą odbierać kilka wrażeń smakowych. Ich rozmieszczenie przedstawia ryc. 13.15. Wszystkie, bardzo różnorodne wrażenia smakowe człowieka są kombinacją tych smaków. W rozróżnianiu bardziej skomplikowanych wrażeń smakowych narząd smaku jest wspomagany przez narząd powonienia. Przejściowa utrata powonienia (np. podczas kataru) powoduje, że smaki różnych potraw możemy odbierać jako takie same.



Ryc. 13.15 Strefy odbierania różnych smaków na powierzchni języka

ĆWICZENIE 13.2

Kubki smakowe na języku...

czyli jak rozmieszczone są receptory smaku.

MATERIAŁY I PRZYRZĄDY:

- roztwory: soli kuchennej, kwasku cytrynowego (lub rozcieńczony sok z cytryny), cukru i gorzkiej substancji (chininy, napar z piołunu itp.);
- woda destylowana;
- plastikowe zakraplacze;
- plastikowe kubeczki;
- marker;
- kartki papieru z napisami: słony, słodki, kwaśny, gorzki, brak smaku.

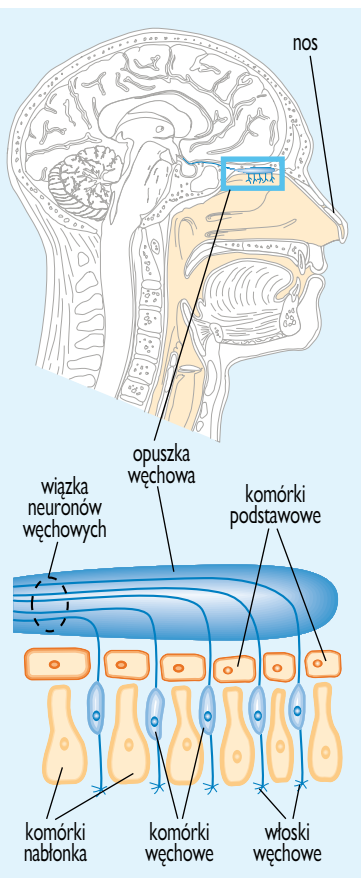


POSTĘPOWANIE:

1. Przygotuj roztwory poszczególnych substancji.
2. Osoba badana płucze jamę ustną wodą destylowaną i wysuwa język.
3. Badający nanosi zakraplaczem jeden rodzaj roztworu kolejno na różne miejsca języka (nasada, środek, brzeg i koniuszek).
4. Osoba badana nie zamyka ust, bez przerwy ma wysunięty język i nie dotyka nim do podniebienia.
5. Wskazując kartkę z odpowiednim napisem, określa, czy odczuwa jakiś smak. Jeśli tak, to jaki.
6. Po badaniu każdego smaku należy przepłukać usta wodą destylowaną.
7. W czasie doświadczenia sprawdzamy wrażliwość różnych okolic języka na poszczególne smaki.
8. Na schematycznym rysunku języka zaznaczamy wszystkie odczucia badanego.
9. Porównujemy uzyskane wyniki z rozmieszczeniem kubków smakowych wrażliwych na poszczególne smaki (ryc. 13.15).
10. Wykonujemy w zeszycie rysunek rozmieszczenia czucia poszczególnych smaków.

ZMYŚŁ POWONIECIA

Zmysł węchu jest również zmysłem „chemicznym”. Dzięki niemu odczuwamy substancje lotne zawarte w powietrzu. Zmysł węchu jest umiejscowiony w górnej części jamy nosowej (ryc. 13.16). Jest ona pokryta **nabłonkiem węchowym**, w którym znajdują się bardzo liczne **komórki węchowce**. Wrażenia węchowce w postaci impulsów elektrycznych biegną nerwami węchowymi do ośrodka węchowego w płatach skroniowych kory mózgowej. Nabłonek węchowy reaguje na około 50 rodzajów zapachów, a każdy odczuwany zapach jest ich kombinacją. Zmysł powonienia jest bardzo czułym zmysłem. W niektórych wypadkach wystarczy jedna cząsteczka substancji zapachowej na 30 miliardów cząsteczek powietrza, aby zapach został odebrany i rozpoznany. Jednak bardzo szybko następuje zmęczenie i adaptacja do określonych zapachów. Po kilku minutach nawet bardzo intensywny i drażniący zapach wydaje się bezwonny. Dlatego w przypadku wyczuwania niebezpiecznych substancji (np. wydostającego się z instalacji gazu) należy jak najszybciej reagować, aby nie dopuścić do adaptacji węchu, gdyż może to być zagrożeniem dla organizmu. Okresowa utrata węchu lub jego przytępienie może być spowodowane stanami zapalnymi lub nieżytem błony śluzowej nosa (np. z powodu kataru).



Ryc. 13.16 Schemat budowy narządu powonienia



Ryc. 13.17 Ciepła odzież chroni nas przed bolesnym odczuwaniem niskich temperatur

ZMYŚL CZUCIA

Człowiek odbiera wiele bodźców poprzez **receptory umieszczone w skórze**. Znajdują się w niej zakończenia nerwowe lub receptory reagujące na dotyk, ból i zmiany temperatury. Ich rozmieszczenie w skórze jest nierównomierne (patrz rozdz. 10). W zależności od działającego na nie bodźca dzielimy je na:

- reagujące na bodźce mechaniczne (dotyk, ból, ucisk, wibracje);
- reagujące na bodźce termiczne (ciepło zimno);
- reagujące na bodźce chemiczne.

Ból jest nieprzyjemnym wrażeniem powstającym w wyniku uszkodzenia tkanek, które wydzielają wówczas substancje chemiczne oddziałujące na zakończenia nerwowe. Powoduje to wytworzenie impulsu elektrycznego i w rezultacie odbiór wrażenia bólu. Zbyt silny, narastający dotyk, zbyt wysoka lub zbyt niska temperatura (ryc. 13.17) mogą przeistaczać się we wrażenia bólu. Wszystkie umieszczone w skórze receptory tworzą **narządy czucia powierzchniowego**.

Głębiej pod skórą, w różnych tkankach i narządach (np. mięśniach, stawach, trzewiach), występują receptory tworzące **narządy czucia głębokiego**. Odbierają one różne wrażenia z głębszych partii naszego ciała i są podobne do receptorów czucia powierzchniowego. Pozwalają one odczuć np. wrażenia bólu głębokiego podczas stanów zapalnych danego narządu.

PODSUMOWANIE

- Receptory smakowe i receptory powonienia reagują na bodźce chemiczne.
- Narząd smaku znajduje się w jamie ustnej, głównie na błonie śluzowej języka. Brodawki językowe zawierają receptory smakowe w postaci kubków smakowych, które przetwarzają bodziec smakowy w impuls. Impuls przekazywany jest nerwem do ośrodków czucia płata ciemieniowego. Człowiek rozróżnia 5 podstawowych smaków: słodki, słony, gorzki, kwaśny i umami (słodko-kwaśny).
- Narząd powonienia, czyli węchu, znajduje się w górnej części jamy nosowej. Utworzony jest z nabłonka węchowego reagującego na różne zapachy. Odebrane bodźce przetwarzane są na impuls, który nerwami węchowymi dociera do płatu skroniowego mózgu.
- Narząd czucia powierzchniowego znajduje się w skórze człowieka, która spełnia rolę jednego ze zmysłów. Znajdują się w niej receptory wrażliwe na dotyk, ciepło, ból.
- Narząd czucia głębokiego znajduje się pod skórą w mięśniach, stawach i trzewiach.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

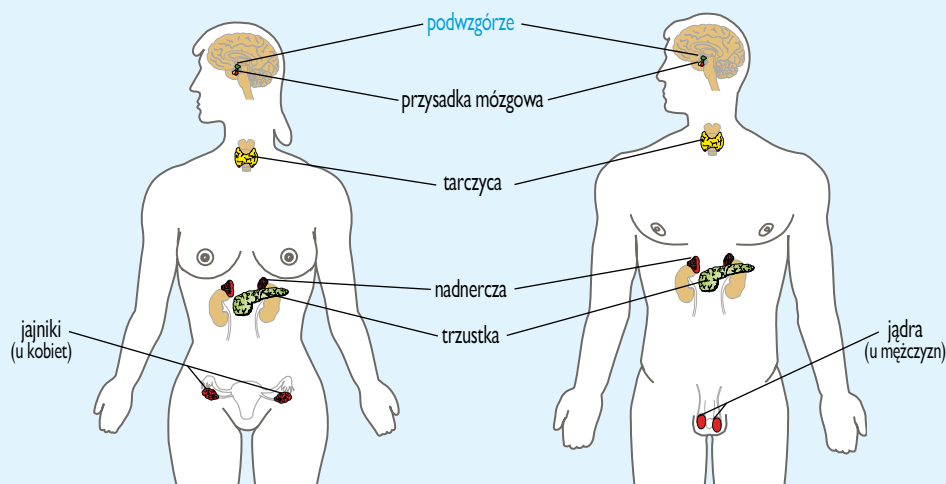
1. Skonstruuj tabelę, w której przedstawisz budowę oka i aparatu ochronnego oka oraz podasz funkcję elementów je budujących.
2. Opisz drogę, jaką pokonuje w oku promień światła. Wskaż funkcje siatkówki, nerwu wzrokowego i płata potylicznego kory mózgowej w mechanizmie widzenia.
3. Wyjaśnij, na czym polega krótko- i dalekowzroczność. W jaki sposób można korygować te wady?
4. Zaprojektuj plakat propagujący właściwą higienę wzroku.
5. Dlaczego latem powinniśmy chronić nasze oczy przed intensywnym światłem?
6. Z jakich części zbudowane jest ucho?
7. Wyjaśnij, na czym polega odbieranie dźwięków. Podaj drogę, jaką pokonuje fala dźwiękowa w uchu.
8. Opisz budowę narządu zmysłu równowagi.
9. Dlaczego słuchanie głośnej muzyki przez słuchawki jest szkodliwe?
10. Narysuj kubek smakowy, podpisz jego elementy i opisz drogę od bodźca smakowego do płata ciemieniowego kory mózgowej.
11. Narysuj język i zaznacz na nim rozmieszczenie receptorów podstawowych smaków.
12. Opisz budowę narządu węchu oraz podaj drogę od bodźca węchowego do płatu skroniowego.
13. Czy moglibyśmy funkcjonować bez narządów czucia głębokiego i powierzchniowego?

14. Układ dokrewny pozwala utrzymać stałe warunki wewnątrz organizmu

W ciele człowieka znajduje się wiele gruczołów, które posiadają komórki zdolne do wydzielania pewnych substancji. Regulacja ich wydzielania odbywa się poprzez układ nerwowy autonomiczny, a także przez substancje chemiczne (hormony) lub inne czynniki.

WAŻNE POJĘCIE:
hormony.

Układ dokrewny człowieka tworzą gruczoły i tkanki, które produkują specyficzne substancje zwane hormonami. **Hormony** są wydzielane do krwi i wraz z nią transportowane po całym organizmie. Są to substancje bardzo aktywne i spełniające ważną rolę w wielu procesach metabolicznych i rozwojowych, a tym samym regulujące funkcjonowanie ciała człowieka. Jednym z głównych zadań hormonów jest kontrola organizmu, która zapewnia, że organizm stale znajduje się w stanie równowagi wewnętrznej.



Ryc. 14.1 Gruczoły tworzące układ dokrewny człowieka

14.1. Budowa i funkcje układu hormonalnego

Gruczoły wydzielania wewnętrznego nie posiadają przewodów wyprowadzających ich wydzieliny. Produkowane przez nie hormony dostają się do krwi i wraz z nią są rozprowadzane po całym ciele. Ich ilość w organizmie jest ściśle kontrolowana i dlatego mówimy o regulacji nerwowo-hormonalnej funkcjonowania organizmu człowieka. Gruczoły wydzielające hormony znajdują się w różnych częściach ciała człowieka (ryc. 14.1). Zaliczamy do nich: podwzgórze, przysadkę mózgową, tarczycę, nadnercza, trzustkę, jądra i jajniki.

PODWZGÓRZE

Podwzgórze to część mózgowia integrująca czynności nerwowe i dokrewny organizmu. Neurony podwzgórza zbierają informacje z układu nerwowego i hormonalnego, a następnie komórki nerwowe wydzielają odpowiednie **hormony sterujące pracą przysadki mózgowej**. Sterowanie to polega na hamowaniu lub pobudzaniu wydzielania hormonów produkowanych przez przysadkę. Hormony podwzgórza są magazynowane w tylnym płacie przysadki mózgowej i w razie potrzeby uwalniane do krwi.

PRZYSADKA MÓZGOWA

Przysadka mózgowa jest gruczołem wielkości ziarna grochu (wagi około 0,7 grama), położonym u podstawy

mózgu. Składa się z dwóch płatów: przedniego (gruczołowego) i tylnego (nerwowego). Tylny płat przysadki mózgowej magazynuje hormony pod-

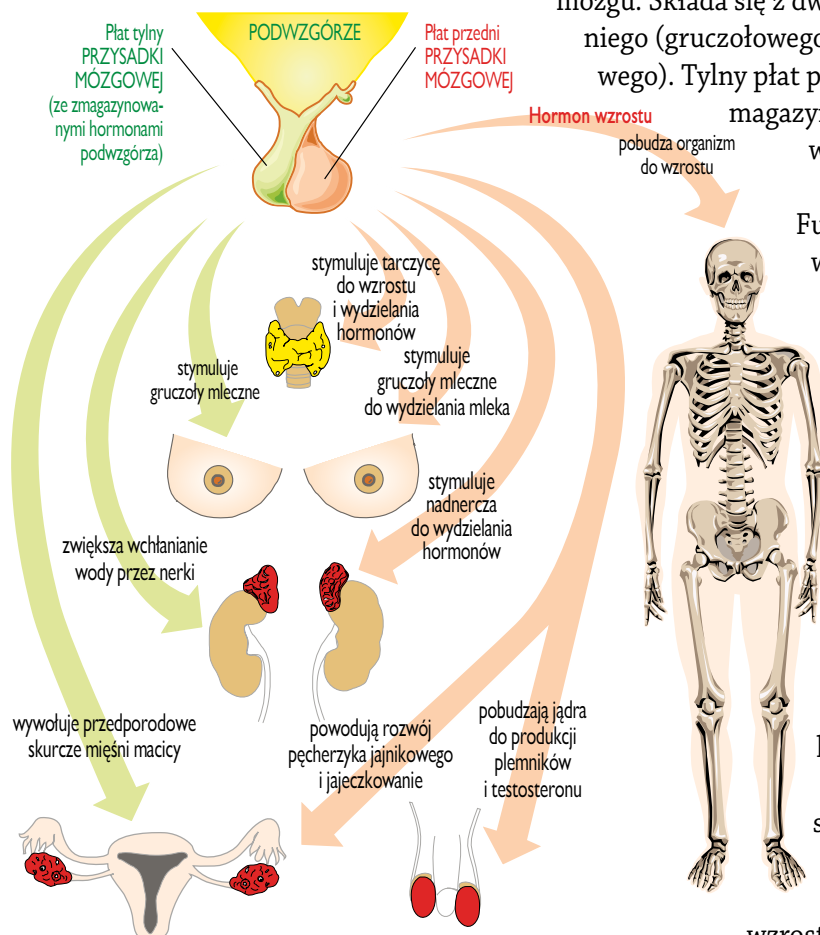
Hormon wzrostu
pobudza organizm
do wzrostu

wzgórza i uwalnia je w razie potrzeby.

Funkcję wydzielniczą w przysadce spełnia jej płat przedni.

Hormony wydzielane przez przysadkę mózgową regulują aktywność większości pozostałych gruczołów dokrewnych (ryc. 14.2).

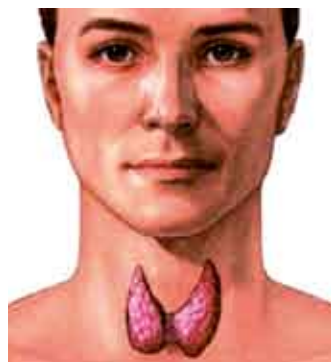
Jest ona zatem gruczołem nadrzędnym. Ważnym hormonem wydzielanym przez przysadkę mózgową jest **hormon wzrostu**, który stymuluje wzrost kości długich i narządów ciała człowieka.



Ryc. 14.2 Funkcje hormonów wydzielanych przez przysadkę mózgową

TARCZYCA

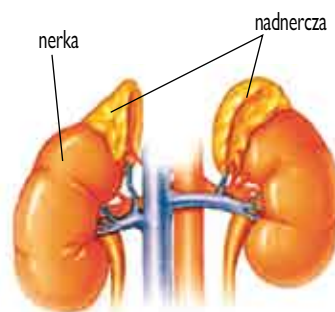
Tarczycza to nieparzysty gruczoł umiejscowionym w szyi, poniżej krtani, tuż przy tchawicy (ryc. 14.3). Zbudowana jest z dwóch bocznie położonych, połączonych ze sobą płatów. Produkuje ona bardzo ważny hormon regulujący tempo przemiany materii w tkankach ciała – **tyroksynę**. Jest ona też konieczna do prawidłowego przebiegu procesów wzrostu i rozwoju. Do jej produkcji niezbędny jest jod, przy którego braku może dojść do zaburzeń w tworzeniu tyroksyny.



Ryc. 14.2 Położenie tarczycy wewnątrz organizmu człowieka

NADNERCZA

Nazwa tych parzystych gruczołów pochodzi od ich położenia na górnych biegunach nerek (ryc. 14.4). **Nadnercza** wytwarzają własne hormony regulujące metabolizm człowieka i odgrywające ważną rolę w sytuacjach stresowych. Jeden z hormonów – **adrenalina** (zwana często hormonem walki) – szybko mobilizuje organizm w warunkach stresu: przyspiesza pracę serca, podnosi ciśnienie krwi i tempo przemiany materii, powoduje spalanie tłuszczów, zwiększa poziom cukru we krwi i poprawia ukrwienie narządów, które muszą intensywnie pracować. Hormon ten jest stale wydzielany, ale w bardzo niewielkich (wręcz znikomych) ilościach. Sytuacja wyjątkowa (np. konieczność ucieczki) wzmacnia jego produkcję i wydzielanie.



Ryc. 14.4 Nerki i nadnercza

TRZUSTKA

Trzustka produkuje hormony, których działanie wiąże się z gospodarką węglowodanową (cukrową) organizmu: **insulinę** i **glukagon**. Utrzymanie stałego poziomu cukru we krwi jest bardzo ważne, gdyż wiele tkanek i narządów (np. mózg) jest wyjątkowo wrażliwych na jego duże wahania – niedobór lub nadmiar.

Insulina wpływa na obniżenie poziomu cukru we krwi, stymuluje także magazynowanie tłuszczów i biosyntezę białek. Glukagon przyczynia się do podnoszenia poziomu cukru we krwi. Mechanizm działania tych hormonów przedstawiono na str. 172.

JĄDRA I JAJNIKI

Gruczoły płciowe: **jądra** (męskie) i **jajniki** (żeńskie) wytwarzają hormony związane z ich funkcjonowaniem i rozrodem. Wydzielanie hormonów przez gruczoły płciowe zaczyna się dopiero w odpowiednim czasie, w okresie tzw. pokwitania, kiedy gruczoły te rozpoczynają normalną pracę.

Jądra wydzielają głównie **testosteron**, powodujący rozwój zewnętrznych narządów płciowych i wykształcenie typowo męskich cech budowy oraz psychiki.

Jajniki wytwarzają **estrogeny**, które odpowiadają za rozwój kobiecych cech płciowych, popęd płciowy i regulują przebieg cyklu menstruacyjnego. Drugi, bardzo ważny hormon wydzielany przez gruczoły płciowe żeńskie to **progesteron**, który zwany jest czasem hormonem ciąży. Przygotowuje on układ rozrodczy kobiety do przyjęcia zarodka, osadzenia się go w macicy i utrzymania ciąży.

ZABURZENIA HORMONALNE

Uszkodzenia i choroby gruczołów dokrewnych mogą prowadzić do zaburzeń w produkcji i uwalnianiu hormonów. Przypadek wydzielania niedostatecznej ilości hormonu i tym samym pozbawienie narządów odbiorczych stymulacji nazywamy **niedoczynnością gruczołu**. Z kolei **nadczynność gruczołu** prowadzi do zbyt silnej stymulacji narządów docelowych, spowodowanej produkcją zbyt dużej ilości hormonów. Czasami gruczoły produkują właściwą ilość hormonów, ale istnieją problemy z dotarciem ich do miejsca docelowego, co również zaburza działanie określonego narządu. Nieprawidłowości w funkcjonowaniu gruczołów dokrewnych prowadzą do zaburzeń metabolicznych i chorób.

Podstawowym zaburzeniem funkcjonowania trzustki i działania jej hormonów jest **cukrzyca**. To choroba wyjątkowo częsta i powodująca bardzo dużą liczbę zgonów (trzecia pod względem śmiertelności choroba świata). Jej przyczyną jest zazwyczaj niedobór insuliny (cukrzyca typu I, zwana też insulinozależną), a objawami są: wzrost stężenia glukozy we krwi i pragnienia, częste oddawanie moczu, a w skrajnych przypadkach – śpiączka cukrzycowa. Powoduje ona uszkodzenie: nerwów, oczu, nerek, serca i naczyń krwionośnych. Chorobę tę leczy się, podając insulinę. Cukrzyca typu II (nieinsulinowa) powstaje zazwyczaj w wieku dojrzałym. Trzustka produkuje wówczas odpowiednią ilość insuliny, jednak powstają zaburzenia receptorów wiążących ten hormon w komórkach docelowych. Chorym na ten typ cukrzycy nie podaje się insuliny.

Objawy i niektóre choroby związane z niedoczynnością i nadczynnością gruczołów dokrewnych przedstawiono w tabeli 14.1.



Ryc. 14.5 Nadmierne wydzielanie hormonu wzrostu jest typowe dla wielu koszykarzy

GRUCZOŁ	HORMON	NIEDOCZYNNOŚĆ	NADOCZYNNOŚĆ
Przedni płat przysadki mózgowej	Somatotropina (hormon wzrostu)	Karłowatość	Gigantyzm; akromegalia (przerost i zniekształcenie kości oraz tkanek miękkich u dorosłych)
Tarczycza	Tyrosyna	U dzieci kretynizm (matolectwo); u dorosłych: senność, osłabienie intelektualne, apatia, brak energii życiowej; wole niedoczynne (przerost tarczycy)	Choroba Gravesa-Basedowa: wole nadczynne, wytrzeszcz oczu, nerwowość i chwiejność emocjonalna, wzrost tempa metabolizmu, spadek masy ciała
Trzustka	Insulina	Cukrzyca (hiperglikemia)	Niedocukrzenie (hipoglikemia)

Tab. 14.1 Skutki niedoczynności i nadczynności niektórych gruczołów

PODSUMOWANIE

- Gruczoły są to narządy zdolne do wydzielania pewnych substancji.
- Układ hormonalny utworzony jest z gruczołów wydzielania wewnętrznego, które wytwarzają hormony.
- Hormony to bardzo aktywne substancje chemiczne, regulujące i koordynujące funkcjonowanie wielu narządów ciała. Pomagają w zapewnieniu stanu równowagi wewnętrznej organizmu. Działają już w bardzo małych i określonych dawkach.
- Do układu hormonalnego zaliczamy: podwzgórze, przysadkę mózgową, tarczycę, nadnercza, trzustkę, jądra i jajniki.
- Podwzgórze integruje czynności układu nerwowego i hormonalnego organizmu.
- Przysadka mózgowa wydziela hormony, które pobudzają funkcjonowanie wszystkich pozostałych gruczołów dokrewnych oraz hormon wzrostu.
- Tarczycza reguluje tempo metabolizmu poprzez hormon zwany tyroksyną.
- Nadnercza wydziela „hormon walki” – adrenalinę – powodujący szybką mobilizację organizmu w warunkach stresu.
- Trzustka reguluje poziom cukru we krwi (insulina i glukagon).
- Jądra poprzez wydzielany testosteron wpływają na rozwój zewnętrznych narządów płciowych, wykształcenie typowo męskich cech budowy i psychiki.
- Jajniki wytwarzają estrogeny odpowiedzialne za rozwój żeńskich cech płciowych, popęd płciowy i regulację cyklu miesięczkowego oraz progesteron – tzw. hormon ciąży.
- Niedoczynność lub nadczynność gruczołów powoduje liczne choroby i zaburzenia metaboliczne.

14.2. Mechanizm działania układu hormonalnego

Hormony to substancje chemiczne o różnej budowie (tłuszczowce, pochodne aminokwasów, peptydy, białka), które regulują i koordynują czynności wielu narządów ciała człowieka. Ich działanie ma doprowadzić do utrzymania stałego składu środowiska wewnętrznego, mimo stale zmieniających się warunków zewnętrznych i wewnętrznych. Ich działanie jest swoiste, co oznacza, że poszczególne hormony mają wpływ tylko na konkretne, określone tkanki, narządy czy też procesy metaboliczne organizmu. Substancje te są bardzo aktywne biologicznie, stąd działają już w minimalnych stężeniach, a zwiększenie lub zmniejszenie ich stężenia względem stanu normalnego powoduje utratę stanu równowagi organizmu i często prowadzi do chorób. Z tego powodu nie należy bez konsultacji i ścisłej kontroli lekarza przyjmować preparaty i leki hormonalne.

WAŻNE POJĘCIA:

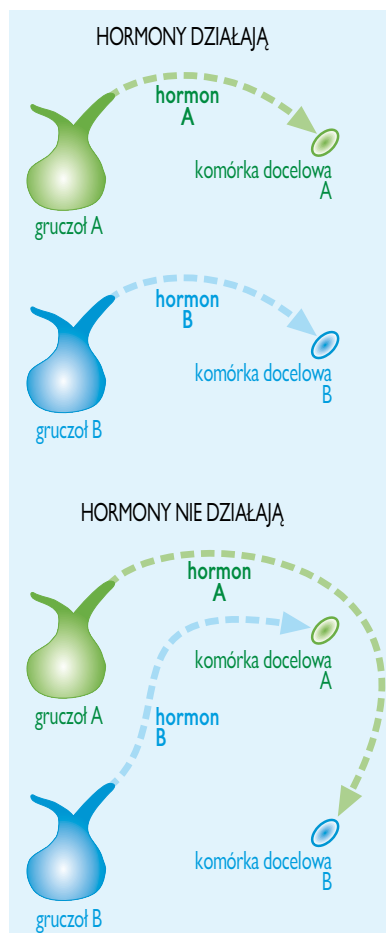
swoistość działania hormonów, ujemne sprzężenie zwrotne.

SWOISTOŚĆ DZIAŁANIA HORMONÓW

Hormony rozprzodane są po organizmie wraz z krwią, z której przedostają się do płynu tkankowego. **Komórki docelowe**, w których hormon ma działać, posiadają specyficzne białka. Cząsteczka hormonu łączy się z takim specyficznym białkiem i tylko wówczas może wpływać na przebieg danych procesów metabolicznych. Białko to można porównać do zamka w drzwiach, do którego pasuje tylko jeden klucz – odpowiedni hormon. Tylko w takiej sytuacji następuje uaktywnienie odpowiedniego procesu i działanie hormonu (ryc. 14.6).

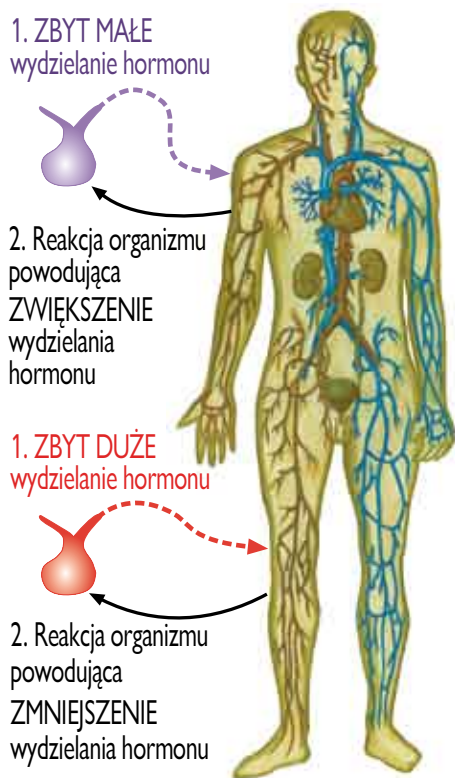
REGULACJA WYDZIELANIA HORMONÓW

Gruzoły dokrewne nieustannie wydzielają hormony w niewielkich ilościach. Ich stężenie we krwi jest niskie. Jednak niekiedy zachodzi potrzeba zwiększenia lub zmniejszenia ilości wydzielanych hormonów. Odbywa się to na zasadzie **ujemnego sprzężenia zwrotnego**. Jeśli poziom hormonu zmalał lub wywierany przez niego efekt osłabł, wówczas gruczoł reaguje zwiększonym wydzielaniem tego hormonu. W sytuacji przeciwnej, kiedy poziom hormonu jest znaczny lub zbyt silny jest efekt

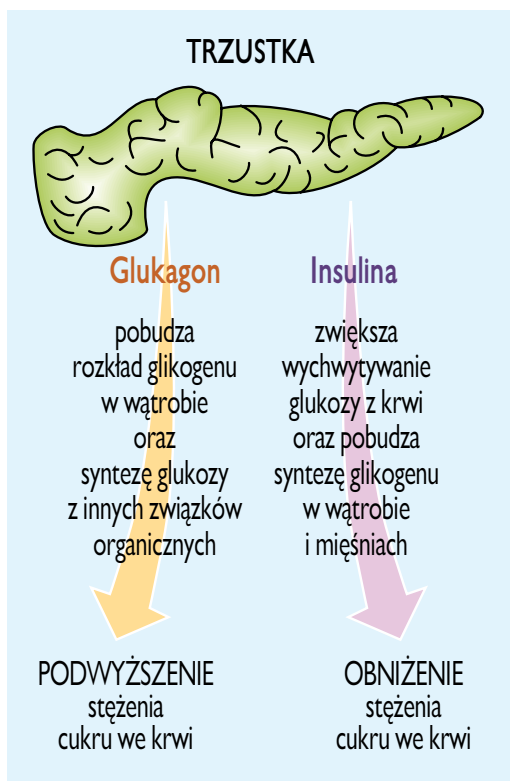


Ryc. 14.6

Schemat **swoistości działania hormonów**



Ryc. 14.7 Zasada działania ujemnego sprzężenia zwrotnego w organizmie człowieka



Ryc. 14.8 Antagonistyczne działanie glukagonu i insuliny

jego działania, gruczoł zmniejsza jego wydzielanie. W obu sytuacjach substancja wydzielana przez gruczoł lub efekt jej działania stają się zarazem czynnikiem wzmacniającym lub hamującym jej wydzielanie (ryc. 14.7).

ANTAGONISTYCZNE DZIAŁANIE INSULINY I GLUKAGONU

Insulina i glukagon są hormonami wydzielanymi przez trzustkę. Zawiadują one gospodarką cukrową organizmu, ale ich działanie jest przeciwstawne (ryc. 14.8). Poziom obu hormonów we krwi jest regulowany efektem ich działania, czyli stężeniem glukozy we krwi. Normalny poziom glukozy we krwi na czczo wynosi około 90 mg w 100 cm³ krwi. Po posiłku poziom glukozy raptownie rośnie, co pobudza trzustkę do wydzielania większej ilości insuliny. Insulina stymuluje procesy przetwarzania glukozy w glikogen, który następnie jest magazynowany w wątrobie i mięśniach. Powoduje to spadek stężenia glukozy we krwi. Jeśli jej poziom stanie się niższy od normalnego stężenia, wówczas trzustka pobudzana jest do wydzielania glukagonu, przy jednoczesnym hamowaniu wydzielania insuliny.

PODSUMOWANIE

- *Swoistość działania hormonu polega na tym, że łączy się on tylko z komórką posiadającą specyficzne dla niego białko. Hormon wiąże się z nim i wpływa na procesy metaboliczne tej komórki, będącej częścią jakiegoś narządu.*
- *Regulacja wydzielania hormonów odbywa się na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego.*
- *Hormony mogą działać antagonistycznie (przeciwstawnie), czego przykładem jest działanie insuliny i glukagonu.*

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. *Napisz, co wywołuje gigantyzm, akromegalię i karłowatość.*
2. *Jaki mikroelement jest niezbędny do wytwarzania przez tarczycę tyroksyny i jaką pełni ona funkcję?*
3. *Który hormon można nazwać „najlepszym przyjacielem ucznia” podczas sprawdzianu? Co on powoduje i który gruczoł go wydziela?*
4. *Opisz antagonistyczne działanie insuliny i glukagonu w utrzymaniu stałego poziomu cukru we krwi.*
5. *Na konkretnym przykładzie omów zasadę działania sprzężenia zwrotnego w regulacji wydzielania hormonów.*
6. *Jakie są konsekwencje niedoczynności i nadczynności tarczycy i trzustki?*