NOTATKA MATURALNA · ROZDZIAŁ 9

Układ nerwowy, narządy zmysłów i ruch

XI.2.6. Regulacja nerwowa; XI.2.7. Poruszanie się (podstawa programowa, zakres rozszerzony)

Notatka dla ucznia przygotowana do matury z biologii na poziomie rozszerzonym (podstawa programowa 2024, Dz.U. 2024 poz. 1019). Oryginalne opracowanie – nie jest materiałem Centralnej Komisji Egzaminacyjnej. Do użytku własnego ucznia.

Neuron i potencjał spoczynkowy

Neuron: dendryty odbierają sygnały, ciało komórki je integruje, **akson** przewodzi impuls, a jego zakończenia tworzą synapsy. Potencjał czynnościowy powstaje na początku aksonu (wzgórek aksonu). Osłonkę mielinową tworzą komórki Schwanna (nerwy obwodowe) i oligodendrocyty (OUN); odcinki osłonki dzielą **przewężenia Ranviera**.

Potencjał spoczynkowy wynosi ok. −70 mV (wnętrze komórki ujemne). Utrzymują go dwa mechanizmy:

- **pompa sodowo-potasowa** (zużywa ATP) wyprowadza 3 Na^+ i wprowadza 2 K^+, więc na zewnątrz jest więcej Na^+, a wewnątrz więcej K^+;
- w spoczynku błona jest przepuszczalna głównie dla K^+, które wypływają zgodnie z gradientem stężeń.

Potencjał czynnościowy i przewodzenie

1. Bodziec **progowy** otwiera kanały Na^+ bramkowane napięciem.
2. Na^+ napływają do komórki: **depolaryzacja** (do ok. +30 mV).
3. Kanały Na^+ ulegają inaktywacji, otwierają się kanały K^+: wypływ K^+ daje **repolaryzację** i krótką hiperpolaryzację.

Obowiązuje zasada **„wszystko albo nic”**: siłę bodźca koduje częstotliwość impulsów, a nie wysokość potencjału.

Tuż po impulsie kanały Na^+ są nieaktywne (**refrakcja**), dlatego ten odcinek błony nie odpowiada na kolejną depolaryzację, a impuls biegnie tylko w stronę zakończeń aksonu.

Włókno	Przewodzenie	Szybkość
bezmielinowe	ciągłe, potencjał powstaje na całej długości błony	mała
mielinowe	skokowe, potencjał powstaje tylko w przewężeniach Ranviera	duża

Szybkość rośnie także ze średnicą aksonu.

Synapsa chemiczna i neuroprzekaźniki

1. Impuls dociera do zakończenia aksonu, otwierają się kanały Ca^{2+}, a jony Ca^{2+} napływają do wnętrza.
2. Pęcherzyki synaptyczne uwalniają neuroprzekaźnik do szczeliny (egzocytoza); wiąże się on z receptorami błony postsynaptycznej.
3. Otwierają się kanały jonowe: napływ Na^+ daje depolaryzację (synapsa pobudzająca), a napływ Cl^- lub wypływ K^+ – hiperpolaryzację (synapsa hamująca).
4. Działanie kończy rozkład enzymatyczny (np. acetylocholinoesteraza) albo wychwyt zwrotny do zakończenia presynaptycznego.

Sygnał biegnie tylko w jedną stronę: pęcherzyki są w zakończeniu presynaptycznym, receptory – w błonie postsynaptycznej.

Neuroprzekaźnik	Gdzie działa
acetylocholina	synapsy nerwowo-mięśniowe, zakończenia przywspółczulne, pamięć
noradrenalina	większość zakończeń zazwojowych współczulnych; czuwanie
dopamina	kontrola ruchów (istota czarna → prążkowie), układ nagrody
serotonina	nastrój, sen, łaknienie
GABA / glutaminian	główny przekaźnik hamujący / pobudzający w mózgu
endorfiny	hamowanie odczuwania bólu

Substancje psychoaktywne (narkotyki, leki, „dopalacze”) działają na synapsy w kilku miejscach: **naśladują** neuroprzekaźnik (nikotyna), **blokują receptory** (niektóre leki przeciwpsychotyczne – receptory dopaminy), **hamują wychwyt zwrotny lub nasilają uwalnianie** (kokaina, amfetamina, katynony z „dopalaczy”), **nasilają działanie GABA** (alkohol).

Długotrwały nadmiar sygnału zmienia liczbę i wrażliwość receptorów: powstają **tolerancja** i **uzależnienie** (układ nagrody). „Dopalacze” mają nieznany i zmienny skład, więc ich skutki są nieprzewidywalne.

Mózgowie, rdzeń kręgowy i nerwy

Część	Funkcje
kora: płat czołowy	ruchy dowolne, planowanie
kora: ciemieniowy / skroniowy / potyliczny	czucie / słuch / wzrok
wzgórze	przekaźnik dróg czuciowych do kory
podwzgórze	termoregulacja, głód, pragnienie, nadrzędny ośrodek autonomiczny, połączenie z przysadką
hipokamp	tworzenie nowych śladów pamięciowych
móżdżek	koordynacja ruchów, równowaga
pień mózgu	ośrodki oddechowy i sercowo-naczyniowy; odruchy kaszlu, kichania, połykania; w śródmózgowiu istota czarna

Rdzeń kręgowy: istota szara w środku (rogi grzbietowe – neurony pośredniczące i zakończenia włókien czuciowych, rogi brzuszne – neurony ruchowe), istota biała na zewnątrz (drogi wstępujące i zstępujące; ciała neuronów czuciowych leżą w zwoju rdzeniowym). Korzeń grzbietowy jest **czuciowy** (ze zwojem rdzeniowym), brzuszny – **ruchowy**; razem tworzą nerw rdzeniowy **mieszany**. Człowiek ma 31 par nerwów rdzeniowych i 12 par czaszkowych.

Łuk odruchowy: receptor → neuron czuciowy → (neurony pośredniczące) → neuron ruchowy → efektor (mięsień, gruczoł).

- **Odruch bezwarunkowy:** wrodzony, stały, wspólny dla gatunku.
- **Odruch warunkowy:** nabyty przez wielokrotne skojarzenie bodźca obojętnego z bezwarunkowym; bodziec obojętny staje się bodźcem warunkowym. Bez wzmacniania odruch **wygasa**. To podstawa uczenia się i nawyków.

Autonomiczny układ nerwowy

Narząd	Część współczulna	Część przywspółczulna
źrenica	rozszerzenie	zwężenie
serce	przyspieszenie i wzmocnienie skurczów	zwolnienie
oskrzeliki	rozszerzenie	zwężenie
przewód pokarmowy	hamowanie perystaltyki i wydzielania	pobudzenie
wątroba	pobudzenie glikogenolizy	–

Ośrodki współczulne leżą w rogach bocznych rdzenia (odcinek piersiowy i lędźwiowy), przywspółczulne – w pniu mózgu (m.in. nerw błędny) i odcinku krzyżowym rdzenia; nadrzędny jest podwzgórze. Obie części działają zwykle **antagonistycznie** i stale korygują pracę narządów, co utrzymuje homeostazę.

Receptory, oko i ucho

Receptory wg bodźca: mechano- (dotyk, słuch, równowaga, ciśnienie krwi), chemo- (smak, węch, skład krwi), foto-, termo-, nocyceptory (ból); u niektórych zwierząt także elektro- i magnetoreceptory. Miejsce i gęstość receptorów odpowiadają funkcji, np. czopki w plamce żółtej, receptory dotyku w opuszkach palców, baroreceptory w łuku aorty i zatoce szyjnej, wrzeciona nerwowo-mięśniowe w mięśniach.

- **Oko:** rogówka i soczewka załamują światło, tęczówka reguluje źrenicę, **ciało rzęskowe** zmienia krzywiznę soczewki (akomodacja). W siatkówce **pręciki** służą do widzenia w półmroku, **czopki** – do barw i ostrości. Tarcza nerwu wzrokowego to plamka ślepa.
- **Ucho:** zewnętrzne (małżowina, przewód, błona bębenkowa); środkowe (młoteczek, kowadełko, strzemiączko; trąbka słuchowa łączy je z gardłem); wewnętrzne – ślimak z narządem spiralnym (Cortiego) oraz przedsionek i kanały półkoliste (równowaga).
- **Higiena:** wzrok – dobre oświetlenie, przerwy w pracy z bliska, badania, ochrona przed UV; słuch – ograniczanie hałasu (szczególnie długotrwałego powyżej ok. 85 dB), ochronniki.

PIERWSZA ŁAWKA

Smak, węch, sen i choroby

- **Smak:** kubki smakowe (język, podniebienie, gardło); smaki podstawowe: słodki, słony, kwaśny, gorzki, umami. **Węch:** nabłonek węchowy w górnej części jamy nosowej, impulsy idą do opuszki węchowej. Oba zmysły chronią przed szkodliwym pokarmem i pobudzają wydzielanie soków trawiennych.
- **Sen** (cykle NREM i REM): utrwalanie pamięci, usuwanie z mózgu produktów przemiany materii, regeneracja, hormon wzrostu, sprawność odporności. Senność narasta wraz z czasem czuwania (adenozyna), a melatonina z szyszynki sygnalizuje porę ciemności.
- **Depresja:** utrwalone obniżenie nastroju, utrata zainteresowań, zaburzenia snu; leczy się psychoterapią i lekami.
- **Alzheimer:** odkładanie β-amyloidu i białka tau, obumieranie neuronów (m.in. hipokamp); zaburzenia pamięci, orientacji, mowy.
- **Parkinson:** obumieranie neuronów dopaminergicznych istoty czarnej; drżenie spoczynkowe, sztywność, spowolnienie ruchów.

Wczesna diagnoza wydłuża okres samodzielności chorego i ogranicza skutki społeczne.

Ruch zwierząt i szkielety

Ruch rzęskowy występuje u małych zwierząt w wodzie lub wilgotnym środowisku (np. wypławek), **mięśniowy** – u pozostałych. Środowisko wymusza sposób poruszania: w wodzie duży opór (kształt opływowy, płetwy), na lądzie kończyny podpierające, w powietrzu skrzydła i lekki, sztywny szkielet.

Szkielet	Współpraca z mięśniami	Przykłady
hydrauliczny	płyn w zamkniętych przestrzeniach ciała; mięśnie okrężne i podłużne działają na płyn i zmieniają kształt ciała	dżdżownica, stułbia
zewnętrzny	oskórek z chityną; mięśnie przyczepione od wewnątrz; wzrost tylko po linieniu	owady, skorupiaki, pajęczaki
wewnętrzny	kości i chrząstki; mięśnie przyczepione od zewnątrz przez ścięgna; rośnie z organizmem	kręgowce

- **Osiowy:** czaszka, kręgosłup (7 szyjnych, 12 piersiowych, 5 lędźwiowych, kość krzyżowa, guziczna), 12 par żeber, mostek. **Obręcze:** barkowa (łopatki, obojczyki), miedniczna (kości miedniczne).
- **Kończyna górna:** ramienna, promieniowa, łokciowa, nadgarstek, śródręcze, paliczki. **Dolna:** udowa, rzepka, piszczelowa, strzałkowa, stęp, śródstopie, paliczki.

Połączenie	Przykłady
więzozrost (ścisłe)	szwy czaszki
chrząstkozrost (ścisłe)	spojenie łonowe, krążki międzykręgowe
kościozrost (ścisłe)	kość krzyżowa
staw kulisty	ramienny, biodrowy
staw zawiasowy	międzypaliczkowe
staw siodełkowy	nadgarstkowo-śródręczny kciuka
staw obrotowy	szczytowo-obrotowy

Staw ruchomy: powierzchnie pokryte **chrząstką szklistą**, torebka stawowa, jama z **mazią** (zmniejsza tarcie i amortyzuje wstrząsy), więzadła.

Mięsień szkieletowy i skurcz

Budowa: mięsień (brzusiec + ścięgna) → pęczki → **włókna mięśniowe** (wielojądrowe, z siateczką sarkoplazmatyczną i kanalikami T) → **miofibryle** → sarkomery (od linii Z do linii Z) z filamentami **aktynowymi** (cienkimi, z tropomiozyną i troponiną) i **miozynowymi** (grubymi, z główkami o aktywności ATPazy).

Model ślizgowy:

1. Acetylocholina z neuronu ruchowego wywołuje potencjał czynnościowy sarkolemmy i kanalików T.
2. Z siateczki sarkoplazmatycznej uwalniają się jony Ca^{2+}.
3. Ca^{2+} wiążą troponinę, tropomiozyna odsłania miejsca wiązania na aktynie.
4. Główki miozyny tworzą mostki i przesuwają filamenty aktynowe ku środkowi sarkomeru.
5. Przyłączenie ATP odłącza główkę, a hydroliza ATP ją ponownie „napina".
6. Rozkurcz: Ca^{2+} wracają do siateczki (transport aktywny).

Długość filamentów się **nie zmienia**; skraca się sarkomer.

Podgląd • Pierwsza Ławka

ATP, antagonizm, zdrowie i doping

Źródła ATP w mięśniu: mały zapas ATP; **fosfokreatyna** (kinaza kreatynowa, najszybsze odtwarzanie); glikoliza beztlenowa (fermentacja mleczanowa); oddychanie tlenowe (glukoza, kwasy tłuszczowe – wysiłek długotrwały).

Mięśnie tylko się kurczą (ciągną); kości są dźwigniami, stawy punktami podparcia, ścięgna przenoszą siłę. Mięśnie **antagonistyczne** (zginacz – prostownik) wykonują ruchy przeciwne, **synergistyczne** współdziałają w jednym ruchu.

- **Kości i mięśnie:** sprzyjają im wapń, witamina D, białko i obciążenia ruchowe; szczytowa masa kostna kształtuje się do ok. 25.–30. roku życia. Suplementy – przy niedoborach.
- **Doping:** steroidy anaboliczne, EPO, hormon wzrostu, stymulanty, w niektórych dyscyplinach β-blokery. Poprawiają wynik kosztem zdrowia: zaburzenia hormonalne, choroby serca i naczyń, uszkodzenia wątroby, zakrzepy, uzależnienie.

Zapamiętaj

- Spoczynek: **3 Na^+ out, 2 K^+ in**. Impuls: Na^+ do środka = depolaryzacja, K^+ na zewnątrz = repolaryzacja.
- Synapsa: **Ca^{2+} do zakończenia → egzocytoza → receptor → koniec: enzym albo wychwyt zwrotny**.
- Współczulny = rozszerza źrenicę i oskrzeliki, przyspiesza serce; przywspółczulny – odwrotnie.
- Pręciki – półmrok, czopki – barwy i ostrość. Korzeń grzbietowy czuciowy, brzuszny ruchowy.
- Skurcz: **Ca^{2+} → troponina → odsłonięcie aktyny → mostki → ślizg**; ATP odłącza główkę.

Słowa kluczowe z zasad oceniania

Polecenie / temat	Co musi paść w odpowiedzi, żeby dostać punkt
Wyjaśnij (impuls, synapsa)	nazwy jonów, kierunek ich przepływu i skutek dla potencjału błony; samo „zmienia się potencjał" nie wystarcza
Substancja działająca na synapsę	miejsce działania (receptor, enzym, transporter wychwytu) i skutek dla ilości neuroprzekaźnika lub pobudzenia receptorów
Wykaż związek lokalizacji receptorów z funkcją	konkretne miejsce + co tam jest kontrolowane + do czego służy ta informacja
Mielina	przewodzenie skokowe: potencjał tylko w przewężeniach Ranviera; „mielina przyspiesza" to za mało
Refrakcja	inaktywacja kanałów Na^+ odcinka po impulsie – dlatego impuls nie cofa się
Skurcz mięśnia	model ślizgowy: filamenty się przesuwają, nie skracają; Ca^{2+} odsłania miejsca na aktynie; ATP odłącza i „napina" główkę miozyny
Odruch	droga impulsu: receptor, neuron czuciowy, neuron ruchowy, efektor; samo „bo bezwarunkowy" nie wystarcza
Antagonizm mięśni	ruch przeciwny; hamowanie antagonisty zmniejsza opór dla wykonującego ruch
Mleczan i ATP	mleczan powstaje w fermentacji mleczanowej; nie jest źródłem ATP
Wniosek z doświadczenia	tylko w zakresie danych; wniosek o innej zmiennej niż badana nie jest uznawany

PIERWSZA ŁAWKA

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 9: Układ nerwowy, narządy zmysłów i ruch, dla ucznia

Podgląd pokazał 4 z 5 stron. Pełna wersja: 5 stron A4, PDF do druku.

- Neuron i potencjał spoczynkowy
- Potencjał czynnościowy i przewodzenie
- Synapsa chemiczna i neuroprzekaźniki
- Mózgowie, rdzeń kręgowy i nerwy
- Autonomiczny układ nerwowy
- Receptory, oko i ucho
- Smak, węch, sen i choroby
- Ruch zwierząt i szkielety
- Mięsień szkieletowy i skurcz
- ATP, antagonizm, zdrowie i doping
- ramka „Słowa kluczowe z zasad oceniania” – czego wymaga klucz CKE przy poleceniach z tego działu,
- ramka „Najczęstsze błędy na maturze” – tak traci się punkty i tak jest dobrze,
- ramka „Zapamiętaj” – reguły i skróty do szybkiej powtórki.

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail

pierwszalawka.pl/material/biologia-matura-notatka-rozdzial-09-uklad-nerwowy-i-ruch