

Anatomicznie dzielimy go na dwie części: **ośrodkowy układ nerwowy** (OUN) i **obwodowy układ nerwowy**. Wyodrębniona jest również trzecia część **układ nerwowy autonomiczny**.

Ośrodkowy układ nerwowy tworzą: mózgowie i rdzeń kręgowy. Natomiast **mózgowie** tworzą: mózg, pień mózgu oraz mózdzek.

W OUN występują dwa typy tkanki: **istota szara** (*substantia grisea*) oraz **istota biała** (*substantia alba*). Zwykle są wyraźnie odgraniczone, a różnią się przede wszystkim zawartością perykarionów komórek nerwowych. **Istota szara** stanowi ich nagromadzenie. Obecne są w niej także komórki glejowe, a wśród nich przede wszystkim astrocyty protoplazmatyczne. W półkulach mózgu i mózdzku, istota szara pokrywa powierzchnię tworząc ich korę, natomiast w rdzeniu kręgowym zajmuje położenie centralne i jest otoczona przez istotę białą. Może także, szczególnie w pniu mózgu, tworzyć zgrupowania otoczone przez istotę białą, zwane **jądrami**. W korze mózgu i mózdzku komórki nerwowe tworzą układ warstwowy. Odbiciem zróżnicowania czynnościowego OUN jest lokalizacja neuroprzekazników (tabela 21.1) oraz neuromodulatorów (tabela 21.2) synaptycznych.

Tabela 21.1. Neuroprzekazniki synaptyczne układu nerwowego.

Neuroprzekazniki pobudzające	Miejsce uwolnienia
Acetylocholina	istota szara mózgowia i rdzenia kręgowego
Dopamina	podwzgórze, układ limbiczny, kora mózgu
Noradrenalina	kora mózgu, rdzeń kręgowy, mózdzek
Adrenalina	podwzgórze, wzgórze, rdzeń kręgowy
Serotonina	podwzgórze, wzgórze, układ limbiczny, mózdzek
Histamina	podwzgórze
Neuroprzekazniki hamujące	Miejsce uwolnienia
Kwas gamma-aminomasłowy (GABA)	istota szara mózgowia i rdzenia kręgowego
Glicyna	istota szara mózgowia i rdzenia kręgowego
Glutaminiany	podwzgórze, wzgórze, rdzeń kręgowy, kora mózgu, mózdzek
Asparaginiany	podwzgórze, wzgórze, rdzeń kręgowy, kora mózgu, mózdzek

Tabela 21.2. Neuromodulatory synaptyczne.

Neuromodulatory	Miejsce występowania
Wazoprasyna argininowa (AVP)	podwzgórze, rdzeń kręgowy, kora mózgu, układ limbiczny
Substancja P (SP)	podwzgórze, układ limbiczny, rdzeń przedłużony, rdzeń kręgowy
Neuropeptyd Y (NPY)	podwzgórze, wzgórze, układ limbiczny, rdzeń kręgowy, kora mózgu
Cholecystokinina (CCK)	podwzgórze, wzgórze, kora mózgu
Wazoaktywny peptyd jelitowy (VIP)	kora mózgu, układ limbiczny, podwzgórze, wzgórze, rdzeń kręgowy
Sekretyna	kora mózgu, podwzgórze, wzgórze, rdzeń kręgowy
Peptydy opioidowe	Miejsce występowania
Beta-endorfina	podwzgórze, śródmózgowie
Enkefaliny	wzgórze, kora mózgu, układ limbiczny
Dynorfiny	kora mózgu, układ limbiczny

21.1. KORA MÓZGU (*CORTEX CEREBRI*)

Zawiera większość komórek znajdujących się w mózgu (około 10^{10}). Jej grubość waha się od 1,5–5 mm. Różni się także ilością warstw. Stara ewolucyjnie kora, zwana **allocortex**, zajmująca 1/12 powierzchni kory ma tylko dwie warstwy: drobinową i piramidalną.

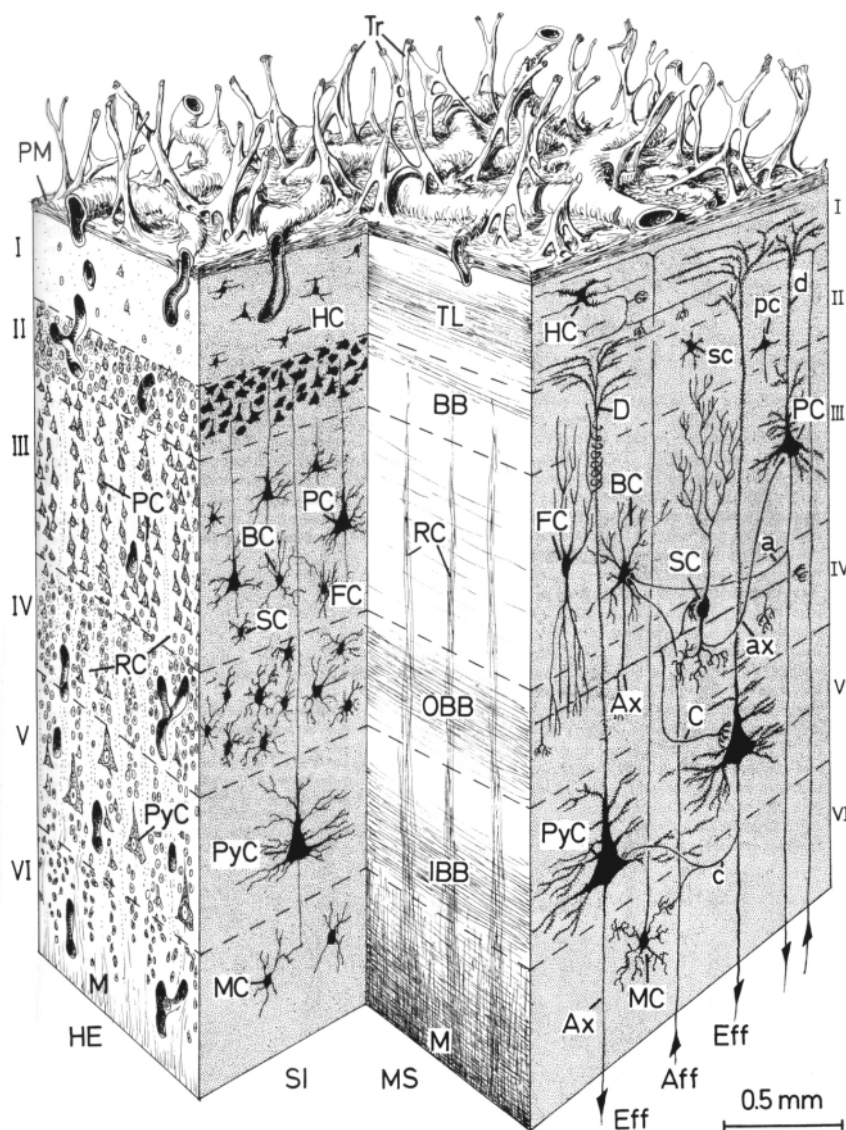
Pozostałe 11/12 powierzchni kory tworzy sześciowarstwowa **isocortex**. Tworzą ją, licząc od powierzchni, następujące warstwy:

1. drobinowa;
2. ziarnista zewnętrzna;
3. komórek piramidalnych zewnętrzna;
4. ziarnista wewnętrzna;
5. komórek piramidalnych (zwojowych) wewnętrzna;
6. komórek różnokształtnych.

Warstwa drobinowa zawiera stosunkowo niewiele małych wrzecionowatych komórek, tworzą ją głównie wypustki komórek niższych warstw oraz glej.

Warstwa ziarnista zewnętrzna zawiera małe komórki o kształcie kulistym. Jest ona silnie rozwinięta w zakręcie środkowym tylnym i korze wzrokowej (kora czuciowa), a bardzo słabo w zakręcie środkowym przednim (kora ruchowa).

Warstwa komórek piramidalnych zewnętrzna, zawiera komórki o kształcie piramid, szczytami zwrócone do powierzchni kory. Wielkość komórek jest różna, im położone głębiej w korze tym są większe (do 30 μm). Akson (neuryt) odchodzący od podstawy komórki biegnie do istoty białej, natomiast dendryt od szczytu do warstwy drobinowej. Warstwa ta zwykle jest silnie rozwinięta, szczególnie w „korze ruchowej” (zakręt środkowy przedni).



Ryc. 21.1. Budowa kory mózgu.

HE – barwienie hematoksyliną i eozyną, PM – opona miękka, Tr – beleczki pajęczynówki, PC – komórki piramidalne średniej wielkości, RC – kolumny promieniste, PyC – duże komórki piramidalne, SI – impregnacja srebrem, HC – komórki horyzontalne (poziome), PC – komórki piramidalne, BC – komórki koszykowe, SC – komórki gwiaździste, FC – komórki wrzecionowate, PyC – wielkie komórki piramidalne, MC – komórka Martinottiego, MS – barwienie mieliny, TL – warstwa styczna, BB – prążek Bechtereva, RC – kolumny promieniste, OBB – zewnętrzny prążek Baillarger, IBB – wewnętrzny prążek Baillarger M – rdzeń, HC – komórka pozioma, D – dendryt, Ax – akson (neuryt), Eff – włókno odśrodkowe, Aff – włókno dośrodkowe.

Warstwa ziarnista wewnętrzna zawiera podobnie jak zewnętrzna małe komórki. W korze „ruchowej” może jej nie być.

Warstwa komórek piramidalnych wewnętrzna (zwojowa) zawiera komórki, zgodnie ze swą nazwą, piramidalne średniej wielkości, zaś w korze „ruchowej”, także komórki piramidalne olbrzymie (80–100 μm), zwane **komórkami Betza**.

Warstwa komórek różnokształtnych zawiera komórki wieloboczne i wrzecionowate średniej wielkości. Aksony tych komórek biegną do istoty białej, a dendryty kończą się w obrębie warstwy lub biegną do warstwy drobinowej.

Opisany układ warstw oraz ich wewnętrzna struktura jest zróżnicowany, w różnych okolicach mózgu. Najbardziej charakterystyczne formy to wspomniana „kora ruchowa” – zwana także bezzziarnistą, oraz „kora czuciowa” z dużą ilością komórek w warstwach ziarnistych, zwana koniocortex. Opisanemu układowi komórek odpowiada układ włókien nerwowych, które można ujawnić przy pomocy specjalnych technik barwienia, zwykle srebrzenia. Włókna tworzą skupienia równoległe do powierzchni kory:

1. w warstwie drobinowej;
2. w warstwie ziarnistej zewnętrznej;
3. w warstwie komórek piramidalnych zewnętrznej, tworzą ją głównie włókna kojarzące komórki kory;
4. w warstwie komórek piramidalnych wewnętrznej.

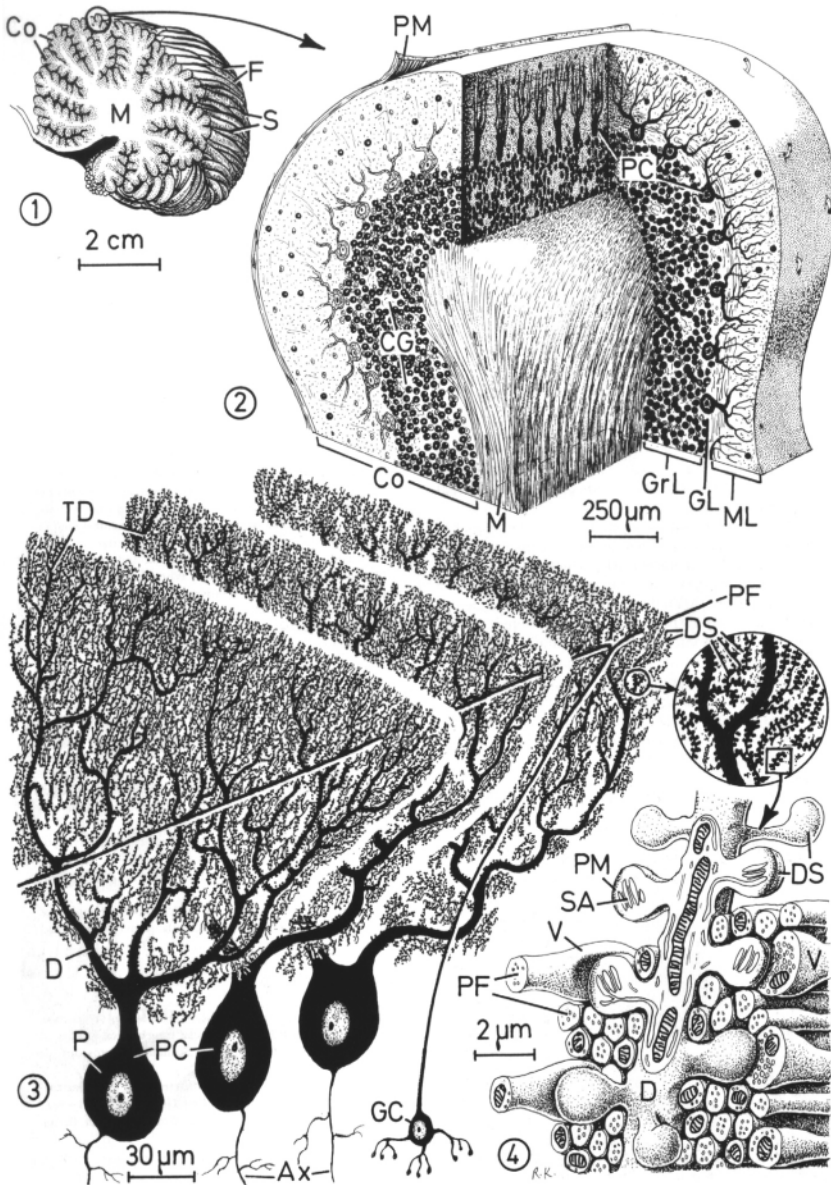
Występuje także układ **włókien ułożonych prostopadle** do poprzednich, w postaci promienistych pasm, zawierających aksony komórek piramidalnych i różnokształtnych.

21.2. KORA MÓZDŻKU

Kora mózdzku jest trzywarstwowa i składa się z warstw: **drobinowej, zwojowej i ziarnistej**.

Warstwa drobinowa (powierzchniowa) zawiera stosunkowo niewiele komórek. Są to **komórki gwiaździste małe i duże** oraz **komórki koszyczkowe**. Komórki koszyczkowe leżą najgłębiej a ich akson biegnie równoległe do granicy warstw i oddaje odgałęzienia (**kolaterale**) oplatające komórki warstwy zwojowej – **komórki gruszkowate** (Purkinjego). Komórki gruszkowate to duże wielobiegunkowe neurony, których silnie rozgałęzione (w jednej płaszczyźnie) dendryty znajdują się w warstwie drobinowej, podczas gdy perykariony tworzą warstwę zwojową, natomiast akson biegnie do istoty białej mózdzku (jądro zębate), poprzez trzecią warstwę – **ziarnistą**. Warstwa ziarnista zawiera bardzo liczne komórki zwane **ziarnistymi – małe i duże**. Przeważają komórki ziarniste małe. Ich dendryty są krótkie, natomiast akson biegnie do warstwy drobinowej i tam rozgałęzia się w kształt litery T. Natomiast zarówno dendryty jak i akson komórek ziarnistych dużych rozgałęziają się w obrębie warstwy ziarnistej.

Jedynymi włóknami jakie opuszczają korę mózdzku są aksony komórek gruszkowatych. Natomiast docierają dwa typy włókien: **pnące i kiciaste**. Włókna pnące kończą się na dendrycie komórek gruszkowatych, a więc w warstwie drobinowej, natomiast włókna kiciaste tworząc na końcach **telodendria**, tworzą synapsy z dendrytami komórek ziarnistych małych. Na końcu włókna kiciastego może tworzyć się buławkowate rozszerzenie, które tworzy synapsy z kilkoma dendrytami komórek ziarnistych, a co w MŚ przyjmuje postać tzw. **kłębków mózdkowych**. W korze mózdzku występują dwa charakterystyczne



Ryc. 21.2. Budowa mózdzku.

(1) Co – kora mózdzku, F – zakręt, S – bruzdy, M – rdzeń; (2) – PM – opona miękka, Co – kora, M – rdzeń, ML – warstwa drobinowa, GL – warstwa zwojowa, GrL – warstwa ziarnista; (3) PC – komórka zwojowa (Purkiniego), P – perikarion, GC – komórka ziarnista mała, TD – dendryty końcowe, D – dendryt, PF – neuryt komórki ziarnistej, (4) D – dendryt, DS – kolce dendrytyczne, PM – błona presynaptyczna, SA – aparat kolcowy, PF – neuryty komórek ziarnistych, V – zgrubienie (synaptyczne).

typy komórek glejowych, o krótkich grubych wypustkach. W warstwie drobinowej nazywane są **komórkami Fananasa**, a w warstwie zwojowej **komórkami Bergmanna**.

21.3. RDZEŃ KRĘGOWY

Na przekroju poprzecznym, w środku widoczna jest istota szara otoczona przez istotę białą, przypominając rozmieszczeniem skrzydła motyla lub literę H. Z przodu dwa skupienia to tzw. **rogi przednie**, z tyłu **rogi tylne**, połączone **spoidłem szarym**. Natomiast istota biała układa się w **sznury tylne**, pomiędzy rogami tylnymi, **sznury boczne** i **sznury przednie**. W istocie szarej rdzenia kręgowego, najbardziej charakterystyczne komórki to neurony wielobiegunowe w rogach przednich, dochodzące wielkością do 150 μm . Ich akson opuszcza rdzeń w korzonkach przednich rdzenia kręgowego.

Zwoje mózgowie i rdzeniowe: zbudowane są z komórek nerwowych rzekomojednobiegunowych, o średnicy 30–90 μm . Pojedyncza wypustka tej komórki w niewielkiej odległości od ciała komórki (perykarionu) rozdziela się na dwie wypustki tworząc układ jak w literze T. Jedno z ramion to dendryt, a drugie to akson. Wypustki te przenoszą bodźce czuciowe. Akson tej komórki wchodzi w skład korzonków tylnych rdzenia. Każda z komórek rzekomojednobiegunowych w zwoju otoczona jest przez komórki glejowe ułożone nabłonkowo, nazywane są one **komórkami satelitowymi**. Komórki te następnie pokrywa torebka łącznotkankowa. Wyróżnia się dwa rodzaje komórek rzekomojednobiegunowych:

1. o średnicy dużej – przewodzą bodźce czuciowe z powłok i mięśni;
2. o średnicy małej – przewodzą bodźce czuciowe z trzewi.

Komórki w zwoju rozmieszczone są głównie na obwodzie, a środek zwoju zajmują włókna.

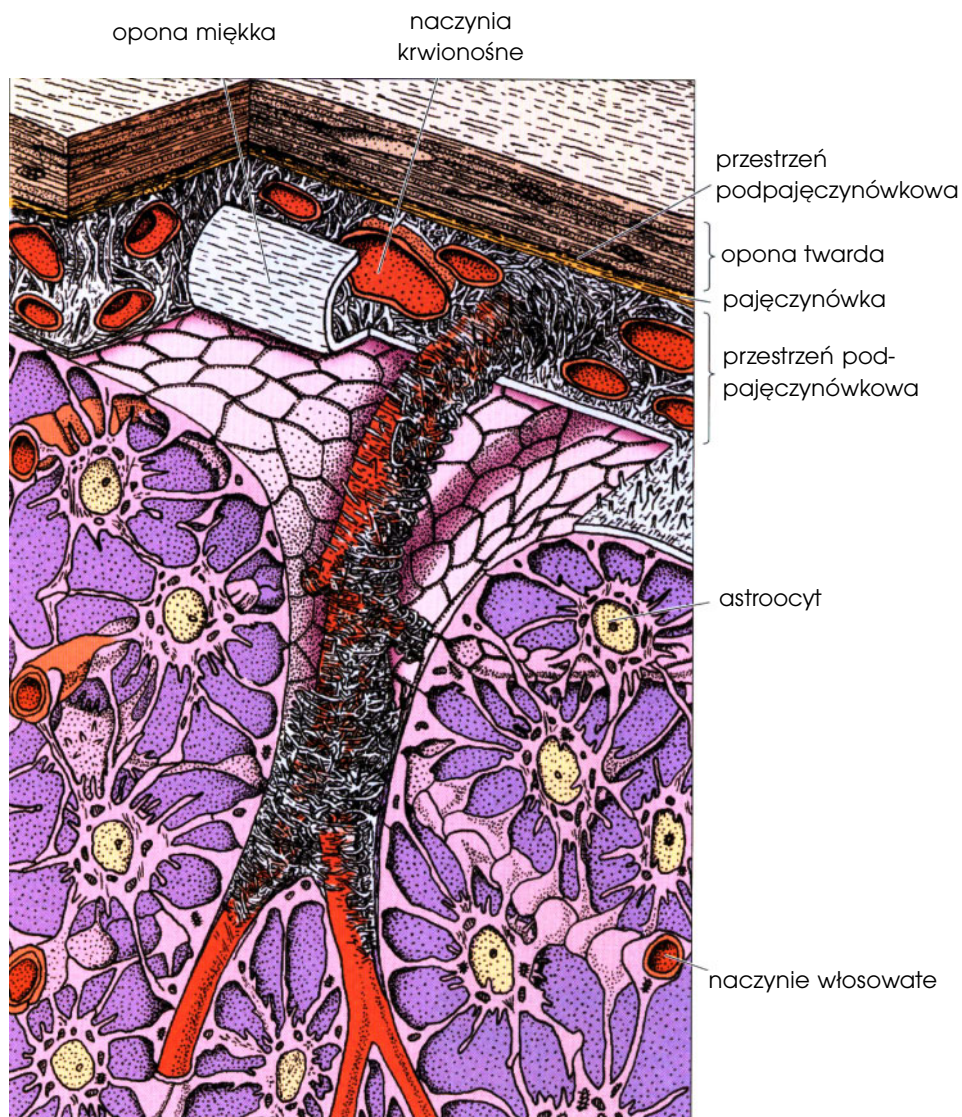
Zwoje układu autonomicznego (wegetatywnego) zawierają neurony wielobiegunowe, o średnicy 20–50 μm , mające nieraz dwa i więcej jąder. Każda z komórek otoczona jest przez komórki satelitowe i torebkę łącznotkankową.

21.4. OPONY OŚRODKOWEGO UKŁADU NERWOWEGO

Ośrodkowy układ nerwowy znajdujący się w jamie czaszki i kanale kręgowym otoczony jest systemem błon nazywanych oponami. Są to błony łącznotkankowe. Najbardziej zewnętrzna to **opona twarda** (*dura mater*), pod nią **pajęczynówka** (*arachnoidea*). Oddziela je jama podtwardówkowa. Pod pajęczynówką znajduje się jama podpajęczynówkowa, która oddziela pajęczynówkę od **opony miękkiej** (*pia mater*), leżącej bezpośrednio na mózgowiu i rdzeniu.

21.4.1. OPONA TWARDA

Opona twarda to gruba, nieelastyczna błona włóknista, składająca się z dwóch blaszek: **zewewnętrznej** i **wewnętrznej**. Zewnętrzna przylega do kości pełniąc rolę jej okostnej. Blaszki te rozdzielają się w **zatokach żylnych** opony twardej oraz na przebiegu naczyń oponowych,



Ryc. 21.3. Opony ośrodkowego układu nerwowego.

a także w miejscu położenia zwoju półksiężycowatego nerwu trójdzielnego. Błazka wewnętrzna przez zdwojenie wytwarza przegrody, takie jak sierp mózgu, sierp mózdzku, namiot mózdzku i przeponę siodełka. W rdzeniu kręgowym blaszki opony twardej są oddzielone od siebie wskutek czego powstaje **przestrzeń nadoponowa**, w której znajdują się sploty żyłne.

21.4.2. OPONA PAJĘCZA

Opona pajęczna oddzielona jest od opony twardej jamą podtwardówkową i łączy się z oponą twardą tylko w miejscach gdzie przechodzą nerwy mózgowe. Opona pajęczna zbudowana jest z tkanki łącznej włóknistej beleczkowatej. W jamie leżącej pod pajęczynówką znajduje się płyn mózgowo-rdzeniowy. Płyn ten poprzez otwór w stropie komory IV łączy się z płynem w komorach i kanale środkowym rdzenia. Opona pajęczna wpukla się do zatok żylnych, pod postacią ziarenek pajęczynówki (Pacchiniego). Są to miejsca przesączania się płynu mózgowo rdzeniowego do zatok żylnych.

21.4.3. OPONA MIĘKKA

Opona miękka (naczyniowa) zbudowana z tkanki łącznej, leży bezpośrednio na błonie glejowej mózgowia. Biegają w niej liczne drobne naczynia, które w jej otoczeniu wnikają do mózgowia. Opona miękka wnika do III komory i komór bocznych tworząc **tkankę naczyniówkową mózgu** (*tela chorioidea cerebri*). Tkanka naczyniówkowa zawiera oponę mięką wraz ze spletem naczyniówkowym oraz pokrywającą je wyściółką ependymalną. **Tkanka naczyniówkowa produkuje płyn mózgowo-rdzeniowy**. Osobnik dorosły ma 150–200 ml płynu. Głównym składnikiem płynu jest woda oraz rozpuszczone w niej niewielkie ilości jonów, głównie sód, chlorki i magnez, bardzo małe ilości białek, oraz bardzo nieliczne komórki (3–6/mm³).