

ANNA WALAWSKA-HRYCEK

Studium Doktoranckie, Wydział Lekarski w Katowicach,
Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Klinika Neurologii Katedry Neurologii

EWA KRZYSTANEK

Wydział Lekarski w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach
Klinika Neurologii Katedry Neurologii

Anatomia funkcjonalna ośrodkowego układu nerwowego cz.1.

ABSTRACT: Central nervous system (CNS) seems to be the most sophisticated system of the human body. Its proper functioning requires enough blood supply. The development of CNS starts very early in the foetal life. The neural tube and the neural crest are formed from ectoderm in the third week of the foetal life. The brain, the spinal cord and the peripheral nerves develop from these structures. Physiologists describe three functional brain levels, that is – spinal, lower and higher cerebral. The spinal cord is considered to be the first and the oldest phylogenetic functional part of CNS. Its work is reflexive and automatic, thus enabling a quick reaction to a stimulus. The lower brain level consists mainly of subcortical centres – the hypothalamus and the thalamus. Both of them are responsible for homeostasis. The cerebral cortex is the highest brain level. It integrates all kinds of stimuli, movement planning and the development of learning. The cerebrum provides the proper motor coordination and the sense of balance. Vasomotor, respiratory centres and the nucleus of cerebral nerves are located in the brain stem. It also contains reticular formation, which modulates pain sensation and is responsible for the maintenance of the proper level of consciousness.

KEY WORDS: functional anatomy of central nervous system, spinal cord, brain stem, cerebrum, cranial nerves

Wstęp

Ośrodkowy układ nerwowy (OUN) wydaje się najciekawszym – zarazem najmniej poznanym – układem ustroju. Jego funkcjonowanie wymaga bardzo dobrego zaopatrzenia w krew, zapewniającą dopływ tlenu i glukozy na właściwym poziomie. Tętnice mózgowia transportują 15% objętości wyrzutowej serca, doprowadzając do mózgu 20% zużywanego przez organizm tlenu. Utrzymanie prawidłowego funkcjonowania tkanki nerwowej wymaga przepływu krwi wynoszącego 50ml / 100g mózgu / na minutę. Trudne warunki co do podstaw funkcjonowania metabolicznego nie dziwią, gdy uświadomimy sobie pełnię bogactwa funkcji OUN. Układ nerwowy czyni nas zdolnymi do funkcjonowania w tak

zmiennym świecie, poczynawszy od najprostszych odruchów, dzięki którym rozpoznajemy sytuacje zagrożenia, a skończywszy na skomplikowanych zadaniach, wymagających koordynacji ruchowej, wyobraźni i zdolności uczenia się. To dzięki tak rozbudowanej anatomii OUN, sieci szlaków metabolicznych, rozmaitych dróg i połączeń jesteśmy w stanie swobodnie tworzyć, ubogacać język, którym się posługujemy. Kora mózgu i podporządkowane jej ośrodki są siedzibą ludzkiej wyobraźni.

Rozwój ośrodkowego układu nerwowego

OUN rozwija się z ektodermy. W 3. tygodniu rozwoju embrionalnego tworzy się płytkę nerwową. Potem powstanie z niej cewa nerwowa. Około 4. tygodnia dochodzi do jej zamknięcia i oddzielenia się od pozostałej ektodermy¹. Proces ten nosi nazwę pierwotnej neurulacji. Komórki, które pozostały na zewnątrz, utworzą grzebień nerwowy. Zróżnicują się one w komórki różnego typu: neurony czuciowe zwojów rdzeniowych, nerwy rdzeniowe, zazwojowe neurony układu autonomicznego, komórki Schwanna, komórki satelitarne obwodowego układu nerwowego. W 4. tygodniu embriogenezy w obrębie cewy nerwowej wyodrębnia się bruzda graniczna, która dzieli cewę nerwową na część grzbietową i brzuszную. Istota szara części grzbietowej tworzy płytkę skrzydłową, z której rozwiną się struktury związane z funkcjami czuciowymi. Istota szara części brzusznej tworzy płytkę podstawną, z której rozwiną się neurony ruchowe.

W 4. tygodniu na powierzchni cewy nerwowej rozwiną się trzy pęcherzyki pierwotne. Z nich wyodrębnią się: przodomózgowie, śródmózgowie, tyłomózgowie. Przodomózgowie przekształca się w mózg. Śródmózgowie staje się częścią dojrzałego pnia mózgu. Z tyłomózgowie rozwija się pień mózgu i mózdzek. W 5. tygodniu dochodzi do dalszego podziału na pięć pęcherzyków wtórnych. Przodomózgowie przekształca się w kresomózgowie i międzymózgowie. Tyłomózgowie dzieli się na tyłomózgowie wtórne i rdzeniemózgowie. Z międzymózgowie powstaną: wzgórze, podwzgórze, siatkówka. Z tyłomózgowie rozwiną się: most i mózdzek. Rdzeniemózgowie staje się rdzeniem przedłużonym.

W kolejnych tygodniach embriogenezy dochodzi do intensywnego rozwoju kresomózgowie. W jego podstawnej części wyodrębnia się skupisko istoty szarej zwanej jądrami podstawy. Stopniowo kresomózgowie zagina się wzdłuż bocznej powierzchni międzymózgowie aż do ostatecznego połączenia tych struktur. Powierzchnia kresomózgowie przykrywa miejsce połączenia, tworząc okolicę kory mózgu zwaną wyspą. Kora przylegająca do wyspy intensywnie się powiększa aż

¹ J.D. FIX: *Neuroanatomia*. Przeł. J. MORYŚ. Wrocław, Wydawnictwo Urban & Partner 1997, s. 57.

do całkowitego jej przykrycia. W ten sposób dochodzi do wyodrębnienia półkul mózgu. Kora mózgu w początkowym rozwoju ma gładką powierzchnię. Bruzdy i zakręty pojawiają się stopniowo. Krytycznym momentem jest intensywne proliferacja i migracja komórek gleju w 5. miesiącu rozwoju. Tworzenie się połączeń synaptycznych i produkcja osłonki mielinowej mają miejsce głównie w okresie pourodzeniowym. Jama cewy nerwowej przekształca się w układ komorowy ukształtowanego mózgu².

Poziomy funkcjonalne ośrodkowego układu nerwowego

W OUN można wyodrębnić trzy poziomy funkcjonalne – piętra, z których każde ma określone funkcje:

- poziom rdzeniowy (rdzeń kręgowy);
- niższy poziom mózgowy;
- wyższy poziom mózgowy.

Poziom rdzeniowy (rdzeń kręgowy)

Poziom rdzeniowy (rdzeń kręgowy) jest najstarszą filogenetycznie częścią OUN. Zachowane są cechy budowy odcinkowej. Czynności rdzenia kręgowego mają charakter automatyczny i zachodzą natychmiast po zadziałaniu bodźca czuciowego. Reakcje te mają charakter odruchowy. Wyróżnia się odruchy rozciągowe oraz autonomiczne (naczynioruchowe, termoregulacyjne, oddawania stolca i moczu). Sygnały czuciowe, które docierają z receptorów obwodowych włóknami aferentnymi nerwów rdzeniowych do rdzenia kręgowego, mogą być skierowane drogami eferentnymi do mięśni, co daje odpowiedź stereotypową. Również poprzez drogi nerwowe bodźce czuciowe mogą być skierowane do wyższych pięter OUN. Rdzeń kręgowy pozostaje pod kontrolą ośrodków korowych i podkorowych OUN, z wyjątkiem własnej czynności o charakterze odruchowym.

Niższy poziom mózgowy

Niższy poziom mózgowy tworzą ośrodki położone w obrębie rdzenia przedłużonego, mostu, śródmózgowia, podwzgórza i jąder kresomózgowia (podstawnych). Układ siatkowaty, który jest zawarty w tych strukturach, w sposób fazowy i toniczny reguluje aktywność ośrodków rdzeniowych. Do najważniejszych zadań ośrodków tego poziomu należą takie czynności, jak: regulacja ciśnienia tętniczego-

² J. NOLTE: *Mózg człowieka. Anatomia czynnościowa mózgowia*. T. 1. Przeł. J. MORYŚ. Wrocław, Wydawnicwo Urban&Partner 2011, s. 37–47.

go krwi, regulacja akcji serca, regulacja oddychania. Kontrolowane są tu również odruchy pokarmowe: wydzielanie śliny i soku żołądkowego, żucie i akt połykania. Dzięki jądom podstawnym, mózdkowi (głównie grudkom i kłaczkom) oraz układowi pozapiramidowemu regulowana jest postawa ciała i równowaga. Przy udziale śródmózgowia dodatkowo kontrolowane są ruchy głowy, oczu i całego ciała. Znajdują się tu również struktury układu limbicznego (hipokamp, zakręt zębaty, zakręt hipokampa, zakręt obręczy), odpowiedzialnego za zachowania emocjonalne, w szczególności: złość, gniew, strach i aktywność seksualną.

Wyższy poziom mózgowy

Wyższy poziom mózgowy jest najmłodszą filogenetycznie częścią OUN. Obejmuje korę mózgową, zawierającą 75% wszystkich neuronów OUN. Kora mózgową pod względem funkcjonalnym dzieli się na: somatoruchową, somato-czuciową, wzrokową, słuchową, węchową, smakową oraz korę obszarów kojarzeniowych. Tutaj przechowywana jest pamięć wrażeń z przeszłości (płat skroniowy), wzorce reakcji motorycznych (płat czołowy), możliwe jest myślenie, planowanie i przewidywanie. W toku ewolucji kora mózgową przejęła na siebie czynności motoryczne i somatosensoryczne niższych pięter OUN. Zjawisko to nosi nazwę encefalizacji³.

Rdzeń kręgowy

Anatomia

Rdzeń kręgowy ma budowę odcinkową (segmentarną). Ma kształt walca, otoczonego oponami mózgowymi i płynem mózgowo-rdzeniowym. Od góry graniczy z dolną częścią mózgu – rdzeniem przedłużonym. Doogonowo kończy się stożkiem rdzeniowym. Miejsce odejścia najwyżej położonych włókien pierwszego nerwu rdzeniowego jest granicą pomiędzy rdzeniem kręgowym a przedłużonym. Rdzeń kręgowy kończy się na wysokości drugiego lub trzeciego kręgu lędźwiowego (L2, L3). Od poziomu kręgu L1–L2 aż do końca opony twardej na poziomie S2 korzenie brzuszne i grzbietowe tworzą ogon koński. Końcowa część rdzenia kręgowego jest przytwierdzona do zakończenia worka opony twardej przez nić końcową. W przebiegu rdzenia kręgowego wyróżniamy zgrubienie szyjne i lędźwiowe. Rdzeń kręgowy składa się z 31 odcinków: 8 szyjnych, 12 piersiowych, 5 lędźwiowych, 5 krzyżowych, 1 guzicznego. Obustronnie łączy się z nim 31 par

³ S. KONTUREK: *Fizjologia człowieka*. T. 4. Kraków, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego 1998, s. 57.

nerwów rdzeniowych za pomocą korzeni brzusznych i grzbietowych. Każdy nerw rdzeniowy unerwia pojedynczy dermatom⁴.

W budowie wewnętrznej rdzenia kręgowego wyróżniamy istotę szarą i białą. Istota szara leży wewnątrz. Ma kształt litery H. W jej skład wchodzi aksomy zarówno zmielinizowane, jak i niezmielinizowane oraz liczne ciała komórkowe. Ilość substancji szarej wzrasta w zgrubieniach szyjnym i lędźwiowym w związku ze zwiększeniem liczby motoneuronów zaopatrujących mięśnie. Istota biała składa się głównie z aksonów i oligodendrocytów, natomiast nie ma tam ciał komórkowych. W rogach przednich istoty szarej znajdują się α -motoneurony, których wypustki unerwiają mięśnie. Obecne są tam również γ -motoneurony zaopatrujące wrzeciona nerwowo-mięśniowe. Włókna istoty białej tworzą powrózki przednie, boczne i tylne. Zawierają one krótkie szlaki własne rdzenia oraz długie szlaki wstępujące i zstępujące, służące do komunikacji pomiędzy rdzeniem kręgowym a mózgowiem⁵.

Rdzeń kręgowy jest unaczyniony przez: tętnicę rdzeniową przednią i tylną oraz gałęzie rdzeniowe. Są to odgałęzienia tętnicy kręgowej. Gałęzie rdzeniowe zaopatrują odcinek piersiowy i lędźwiowy rdzenia kręgowego. Szczególnie znaczenia ma druga tętnica lędźwiowa, która daje początek tętnicy korzeniowej przedniej (tętnicy Adamkiewicza). Zaopatruje ona rdzeń kręgowy od dolnego odcinka piersiowego aż do nici końcowej⁶.

Funkcja

Istota szara rdzenia jest miejscowo wyspecjalizowana. Neurony rogów tylnych przede wszystkim biorą udział w budowie wstępujących szlaków czuciowych. Z kolei rogi przednie zawierają ciała dużych neuronów ruchowych, zaopatrujących mięśnie szkieletowe. Są to α -motoneurony lub inaczej obwodowe neurony ruchowe. Te komórki jako jedyne odpowiadają za ruchy dowolne i mimowolne ciała. Uszkodzenie obwodowego neuronu ruchowego powoduje wystąpienie porażenia typu wiotkiego. Nie dochodzi wówczas do odruchowego skurczu mięśnia. Ulega on stopniowemu zanikowi. Istota szara rdzenia kręgowego zawiera również neurony układu autonomicznego. Ich zgrupowanie tworzy obszar zwany jądrem Clarke'a. Odpowiada on za przekazanie informacji do mózdzku oraz z proprioceptorów kończyny dolnej do wzgórza⁷.

Czynność rdzenia kręgowego określa się jako odruchową. Odruch jest nieświadomą (stereotypową) odpowiedzią narządu wykonawczego (efektora) na bodziec czuciowy. Droga, którą pokonuje impuls nerwowy, nosi nazwę łuku odru-

⁴ A. BOCHENEK, M. RIECHER: *Anatomia człowieka*. T. 4. Warszawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL 1993; T. 5. Warszawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL 1997, s. 52–56.

⁵ S. KONTUREK: *Fizjologia człowieka...*, T. 4, s. 65–70.

⁶ J.D. FIX: *Neuroanatomia...*, s. 39–40.

⁷ S. KONTUREK: *Fizjologia człowieka...*, T. 4, s. 65–70; J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 241.

chowego. Każdy łuk odruchowy jest zbudowany z drogi dośrodkowej (afereentnej), ośrodkowa w układzie nerwowym oraz drogi odśrodkowej (eferentnej) i narządu wykonawczego (efektora). Odruchy można podzielić na mono- i polisynaptyczne. Przykładem odruchu rdzeniowego są głębokie odruchy rozciągowe (np. kolanowy). Są one istotne dla korekcji ułożenia ciała podczas wykonywania ruchów i stania w miejscu. Rozciągnięcie mięśnia prowadzi do pobudzenia α -motoneuronów i do konkretnej odpowiedzi ruchowej. Aby zachować płynność ruchu, odruchom rozciągania towarzyszą efekty skrzyżowane i wzajemne⁸.

W obrębie istoty białej wyróżniamy następujące rodzaje włókien:

- włókna długie wstępujące, biegnące do wzgórza, mózdzku, niektórych jąder pnia mózgu;
- włókna długie zstępujące od kory mózgu lub ośrodków pnia mózgowia i następnie do rdzenia kręgowego;
- drogi własne rdzenia, łączące różne poziomy rdzenia.

Przykładem włókien długich wstępujących jest układ sznury tylne – wstęga przyśrodkowa. Droga ta biegnie od receptorów dotyku i czucia głębokiego rozmieszczonych w skórze, mięśniach, stawach przez pęczek smukły i klinowaty rdzenia kręgowego. Następnie dochodzi do jądra smukłego i klinowatego w obrębie rdzenia przedłużonego, potem poprzez górną część mostu i śródmózgowia do jądra brzuszno-tylno-bocznego wzgórza, skąd bezpośrednio dociera do zakrętu zaśrodkowego. Tą drogą przekazywane są informacje o świadomym odczuwaniu dotyku, ucisku, wibracji oraz ułożenia i ruchu w stawach. Wynikiem uszkodzenia jest widoczna w badaniu neurologicznym ataksja, czyli brak koordynacji ruchu. Nasila się ona, gdy pacjent ma zamknięte oczy, ponieważ nie ma wtedy kompensacji wzrokowej. Innym objawem wskazującym na zaawansowane zwyrodnienie sznurów tylnych jest objaw Romberga (ryzyko upadku podczas samodzielnej próby stania z zamkniętymi oczami i złączonymi stopami). Upośledzona jest również zdolność wykorzystania informacji czuciowej do wykonywania bardziej złożonych zadań ruchowych, takich jak ocena kształtu dotykanego przedmiotu (stereognozja)⁹.

Szlak rdzeniowo-wzgórzowy jest odpowiedzialny za uświadomienie i zlokalizowanie bodźca bólowego. Włókna aferentne przewodzące czucie bólu, temperatury, dotyku i ucisku docierają do rogu tylnego rdzenia kręgowego, gdzie ulegają skrzyżowaniu i przechodzą na stronę przeciwną. Następnie poprzez część dolną rdzenia przedłużonego, część górną mostu i śródmózgowia dochodzą do jądra brzuszno-tylno-bocznego wzgórza, skąd sygnały są wysyłane do zakrętu zaśrodkowego. Opisany szlak jest zasadniczą drogą dla przewodzenia bólu somatycznego. Jego uszkodzenie powoduje przeciwstronną niedoczulicę. Część informacji dotycząca dotyku i ucisku jest również przewodzona przez sznury

⁸ Ibidem, s. 244–248.

⁹ Ibidem, s. 249–253.

tylne, dlatego upośledzenie czucia powierzchniowego nie ma tak ścisłego znaczenia lokalizacyjnego¹⁰.

Najważniejszym szlakiem zstępującym jest droga korowo-rdzeniowa boczna, zwana inaczej drogą piramidową. Jej włókna zaczynają się w zakręcie przedśrodkowym, zstępują przez torebkę wewnętrzną, konary mózgu, most i piramidy rdzenia przedłużonego. Dochodzą do istoty szarej rdzenia kręgowego i tam poprzez α -motoneurony docierają bezpośrednio do mięśni szkieletowych. Aż 85% włókien tej drogi ulega skrzyżowaniu w obrębie piramid rdzenia przedłużonego. Droga ta umożliwia wykonanie zaplanowanych ruchów dowolnych, precyzyjnych. W jej przebiegu wyróżniamy następujące pojęcia funkcjonalne: górny motoneuron ruchowy i dolny motoneuron ruchowy. Górny motoneuron obejmuje obszar drogi od kory mózgu do α -motoneuronu rogów przednich istoty szarej rogów przednich rdzenia kręgowego. Uszkodzenie jest widoczne w badaniu neurologicznym jako wygórowanie odruchów rozciągowych ze zwiększonym napięciem mięśniowym typu spastycznego (hipertonie), niedowładem lub porażeniem i objawami patologicznymi (np. objaw Babińskiego). Pojęcie dolnego motoneuronu ruchowego dotyczy przebiegu drogi korowo-rdzeniowej od α -motoneuronu do mięśni szkieletowych przez korzenie brzuszne. Uszkodzenie w tym miejscu powoduje porażenie wiotkie i zanik mięśni¹¹.

Najbardziej charakterystycznym zespołem uszkodzenia rdzenia kręgowego jest zespół Brown-Sequarda – poniżej miejsca uszkodzenia i tożsrotnie dochodzi do rozwoju niedowładów spastycznych (efekt uszkodzenia drogi korowo-rdzeniowej przed skrzyżowaniem piramid). Ze względu na uszkodzenie sznurów tylnych po tej samej stronie zniesione jest czucie dotyku, wibracji i ułożenia. Po stronie przeciwnej zaburzenia w odczuwaniu bólu i temperatury są wynikiem uszkodzenia drogi rdzeniowo-wzgórzowej¹².

Mózdzek

Anatomia

Mózdzek jest położony w tylnym dole czaszki. Sąsiaduje z rdzeniem przedłużonym, mostem i śródmózgowiem. Wyróżniamy trzy części: dwie półkule i mniejszą część środkową zwaną robakiem. Najstarszą filogenetycznie częścią jest płat grudkowo-kłaczkowy. Połączenia mózdzku z mózgowiem odbywają się przez pasma istoty białej w konarach mózdzku, odpowiednio: konar dolny – rdzeń prze-

¹⁰ Ibidem, s. 253–256.

¹¹ Ibidem, s. 258–260.

¹² J.D. Fix: *Neuroanatomia...*, s. 140–141.

dłużony, konar środkowy – most, konar górny – śródmózgowie. Kora mózdzku składa się z trzech warstw. W ciele rdzennym półkul mózdzku leżą jądra: zębate, czopowate, natomiast jądro wierzchu położone jest w robaku¹³. Unaczynienie mózdzku pochodzi od tętnic kręgowych – oddają tętnicę dolną tylną mózdzku, oraz od tętnicy podstawnej – tętnica dolna przednia mózdzku¹⁴.

Funkcja

Kora mózdzku ma połączenia z wieloma strukturami mózgowia. Charakterystyczny dla niej jest układ frakcjonowanej somatotopii. Obok siebie mają reprezentację sąsiadujące ze sobą części ciała. Informacje o zamiarze wykonania ruchu z kory mózgu do mózdzku docierają poprzez jądra mostu. Włókna te są skrzyżowane w części podstawnej mostu i kończą się w przeciwstronnej połowie mózdzku. Dlatego drogę korowo-mostowo-mózdzkową traktuje się jako drogę w pełni skrzyżowaną. Poszczególne części mózdzku odbierają różne wrażenia zmysłowe, np. do kory mózdzku docierają informacje wzrokowe z kory wzrokowej i wzgórków górnych poprzez połączenia z mostem. Neurony tworzą siatkowatego nakrywki mostu przekazują sygnał do kłaczka, który jest odpowiedzialny za kontrolę ruchów gałek ocznych. Z kory słuchowej i wzgórków dolnych docierają informacje o bodźcach słuchowych. Rdzeń kręgowy wysyła włókna projekcyjne do robaka i strefy przyrobakowej mózdzku. W ten sposób docierają przede wszystkim wiadomości o bodźcach somatosensorycznych, pochodzących z mechanoreceptorów skóry, mięśni i stawów. Do mózdzku docierają również informacje o czuciu na twarzy, dzięki nerwowi trójdzielnemu. W mózdzku wyróżnić można położone podłużnie strefy czynnościowe, takie jak: robak, strefa przyrobakowa, strefa boczna półkuli mózdzku. Podczas wykonywania codziennych czynności aktywowanych jest wiele obszarów mózdzku. Rozpoznanie bodźca słuchowego lub wzrokowego wzbudza część robaka, co m.in. umożliwia zwrócenie się w kierunku działania bodźca. Strefy boczne półkul mózdzku poprzez włókna projekcyjne do kory ruchowej i przedruchowej biorą udział w planowaniu ruchu. W szczególności dotyczy to ruchów precyzyjnych, których doskonalenie wymaga wielokrotnego powtarzania. Podczas badania neurologicznego trzeba pamiętać, że połączenia pomiędzy półkulami mózdzku a półkulami mózgu są skrzyżowane. Prawa półkula mózgu kontroluje ruchy lewej połowy ciała, w związku z powyższym w przypadku uszkodzenia jednej z półkul mózdzku objawy występują tożstronnie. Z kolei przyśrodkowe części półkul mózdzku dzięki połączeniom z korą ruchową i rdzeniem kręgowym są zaangażowane w korygowanie ruchów kończyn. Strefa przyrobakowa wpływa na obwodowe neurony ruchowe, dzięki czemu możliwe jest porównanie zamiaru ruchu z kory mózgu z aktualną pozycją danej części ciała. W tym przypadku dana półkula mózdzku wpływa na obwodowe neurony ruchowe po tej samej

¹³ J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 155–159.

¹⁴ J.D. FIX: *Neuroanatomia...*, s. 42–45.

stronie (np. lewa półkula mózdzku → prawe wzgórze → kora ruchowa prawa → lewa połowa rdzenia kręgowego)¹⁵. Najważniejszą funkcją robaka mózdzku jest kontrola i korygowanie postawy ciała. Połączenia z pniem mózgu i rdzeniem kręgowym odpowiadają również za stereotypie ruchowe (np. cykliczne zmiany w układzie ruchowym podczas chodu)¹⁶. W podziale funkcjonalnym można wyróżnić mózdzek przedsionkowy, który rozwinął się z tych samych części, co aparat przedsionkowy. Obejmuje on płaty grudkowo-kłaczkowe i przyległe części robaka mózdzku¹⁷. Płat grudkowo-kłaczkowy dzięki połączeniom z układem przedsionkowym jest zaangażowany w utrzymanie równowagi oraz w koordynację wolnych ruchów gałek ocznych¹⁸.

Dzięki prawidłowemu funkcjonowaniu wszystkich opisanych powyżej struktur możliwy jest udział mózdzku w pamięci proceduralnej. Dotyczy to przede wszystkim ćwiczeń ruchowych, takich jak: gra na instrumencie muzycznym lub umiejętności sportowe.

W trakcie wykonywania ruchu głową gałki oczne podążają w kierunku przeciwnym do wykonanego ruchu. Każdy skręt głowy o określony kąt powoduje kompensacyjny ruch gałek ocznych o taki sam kąt. Dzięki temu kierunek spoglądania oraz pole widzenia pozostają niezmienione. Jest to odruch przedsionkowo-oczny. Jego łuk schematycznie wygląda następująco: włókna czuciowe przedsionka → połączenia synaptyczne z neuronami jąder przedsionkowych → neurony jąder nerwów czaszkowych unerwiających mięśnie gałkoruchowe. Mózdzek bierze również udział w powstawaniu niektórych odruchów warunkowych, np. odruchu mrugania.

Istotne są również funkcje pozaruchowe mózdzku. Boczne części półkul mózdzku otrzymują informacje z kory asocjacyjnej, struktur układu limbicznego, dlatego uważa się, że uszkodzenie tych części może powodować zaburzenia funkcji poznawczych oraz zmianę zachowania człowieka¹⁹.

Podsumowując czynności mózdzku, należy podkreślić jego rolę w utrzymaniu postawy ciała i kontroli równowagi. Funkcję tę sprawuje część środkowa mózdzku, czyli robak. Mózdzek jest informowany poprzez drogę korowo-mostowo-mózdzkową o zamierzonych ruchach dowolnych. Żadna z czynności – niezależnie czy mimowolna, czy zaplanowana – nie dojdzie do skutku bez wcześniejszego „porozumienia” z mózdzkiem. Odgrywa więc on ogromną rolę w nadaniu ruchom precyzji i płynności, w znacznym stopniu ograniczając drżenie zamiarowe. Mózdzek jest również swoistym „bankiem pamięci” dla jednostek motorycznych. Ciągłe uaktualnia świeże ślady pamięciowe. Poprzez połączenia z rdzeniem kręgowym drogą mózdzkowo-rdzeniową wpływa tożstronnie na napięcie mięśniowe²⁰.

¹⁵ J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 165–174.

¹⁶ Ibidem, s. 174–177.

¹⁷ S. KONTUREK: *Fizjologia człowieka...*, T. 4, s. 117.

¹⁸ J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 177.

¹⁹ Ibidem, s. 178–179.

²⁰ S. KONTUREK: *Fizjologia człowieka...*, T. 4, s. 122–127.

Zespoły uszkodzenia mózdzku

Pomimo wyodrębnienia stref czynnościowych mózdzku, bardzo rzadko dochodzi do izolowanego uszkodzenia jednej z nich, najczęściej występują zespoły objawów. Uszkodzenie robaka wywołuje zaburzenia postawy. Najczęstszą tego przyczyną jest choroba alkoholowa, niedożywienie. W ich następstwie rozwija się zespół robaka przedniego. Cechuje go niepewny chód na szerokiej podstawie, zaburzenia koordynacji głównie w kończynach dolnych (ataksja).

W następstwie uszkodzenia półkul stwierdzamy obniżenie napięcia mięśniowego różnych grup (hipotonia) z osłabieniem odruchów rozciągowych (hiporeleksja). Następtwem hipotonii jest odruch wahadłowy, czyli patologiczne kołysanie się kończyny przy próbie wywołania odruchu. Obserwujemy również brak synchronizacji w czasie wykonywania danego ruchu. Chory nie jest w stanie dotknąć ręką zamierzonego przedmiotu (dysmetria). W miarę zbliżania się do celu występuje drżenie zamiarowe. Pojawia się w trakcie wykonywania ruchu, jest nierytmiczne i nieregularne. U pacjentów z uszkodzeniem mózdzku utrudnione jest wykonanie ruchów naprzemiennych (dysdiadochokineza). Ponadto dochodzi do zaburzeń rytmu i melodii mowy (mowa skandowana). W przebiegu uszkodzenia kłaczka widoczne są nieprawidłowe ruchy gałek ocznych. Pacjenci mają trudności z utrzymaniem spojrzenia na poruszającym się obiekcie. Brak jest również możliwości spojrzenia do boku oraz wykonania dowolnych ruchów gałek ocznych²¹.

Pień mózgu

Pień mózgu dzieli się na: rdzeń przedłużony, most i śródmózgowie. W obrębie pnia mózgu położona jest większość jąder nerwów czaszkowych. Jest on zaangażowany w wiele specyficznych procesów. Przez tę strukturę przebiegają drogi wstępujące i zstępujące. Jest to jedyne miejsce, przez które drogi wstępujące mogą dotrzeć do wzgórza lub mózdzku, a drogi zstępujące wnikają do rdzenia kręgowego. W środkowej części pnia znajduje się twór siatkowaty, odpowiedzialny za regulację stanu świadomości. Rdzeń przedłużony zbudowany jest z piramidy, oliwki oraz części komory czwartej. Znajdują się tutaj korzenie nerwów: językowo-gardłowego (n.IX), błędnego (n.X), dodatkowego (n.XI), podjęzykowego (n.XII). W skład mostu wchodzi: podstawa mostu, konar środkowy mózdzku oraz część komory czwartej. Na wysokości środkowej części mostu do pnia mózgu wchodzi nerw trójdzielny (V). Trzy kolejne nerwy wychodzą z mostu wzdłuż bruzdy pomiędzy częścią podstawną mostu a rdzeniem przedłużonym (n.VI, n.VII, n.VIII). W obrę-

²¹ J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 179–182.

bie śródmózgowia wyróżniamy: wzgórki górne, wzgórki dolne, konary mózdzku oraz wodociąg śródmózgowia. Ze śródmózgowia wychodzi nerw okoruchowy (n.III). Wzgórek dolny zawiera część wstępującą drogi słuchowej, biegnącą aż do jądra pośredniczącego wzgórza, związanego z drogą słuchową (ciało kolankowate przyśrodkowe)²².

W pniu mózgu kontynuują swój przebieg trzy główne drogi nerwowe zbudowane z włókien biegnących podłużnie w rdzeniu kręgowym: droga korowo-rdzeniowa, sznury tylne oraz droga rdzeniowo-wzgórzowa. W miejscu połączenia rdzenia przedłużonego z rdzeniem kręgowym w obrębie piramidy dochodzi do skrzyżowania włókien i wytworzenia drogi korowo-rdzeniowej bocznej. Sznury tylne kończą się natomiast w jądrze smukłym i klinowatym (jądra sznurów tylnych) rdzenia przedłużonego. Włókna wstępujące wychodzące z tych jąder ulegają skrzyżowaniu w rdzeniu przedłużonym i tworzą wstęgę przyśrodkową, kończącą się we wzgórzu. Obszar stworzony przez skrzyżowanie wstęg przyśrodkowych jest określanymi jako twór siatkowaty. Grzbietowo od wstęgi przyśrodkowej w pobliżu dna komory czwartej znajduje się pęczek włókien zwany pęczkiem podłużnym przyśrodkowym (ang. MFL – *medial longitudinal fasciculus*). Bierze on udział w wywołaniu oczopląsu i skojarzonym spojrzeniu w bok²³.

Twór siatkowaty jest strukturą o pozornie rozproszonej budowie. Wypełnia on środkową część międzymózgowia. Charakteryzuje go liczna sieć połączeń tworzonych przez włókna przebiegające zbieżnie i rozbieżnie. Dzięki temu pojedyncza komórka może odpowiadać na bodźce z kilku różnych receptorów. Informacje z kory somatosensorycznej i ruchowej docierają do tworu siatkowatego poprzez drogę środkową nakrywki. Połączenia z rdzeniem kręgowym i mózdzkiem umożliwiają kontrolę układu ruchu przez twór siatkowaty. Odbywa się to poprzez drogi siatkowo-rdzeniowe. Wywodzą się one ze strefy przyśrodkowej mostu i przebiegają w sznurze przednim rdzenia kręgowego. Obok dróg piramidowych są to alternatywne połączenia kontrolujące dolny neuron ruchowy. W tworze siatkowatym istnieją również struktury odpowiedzialne za wytworzenie skomplikowanych ruchów.

Inną istotną funkcją tworu siatkowatego jest modulacja przewodzenia informacji w drogach bólowych. Poprzez włókna m.in. z jąder szwu dochodzi do stymulacji istoty czarnej okołowodociągowej śródmózgowia przez peptydy opioidowe. Doprowadza to do zmniejszenia przewodzenia informacji bólowych przez neurony drogi rdzeniowo-wzgórzowej. W istocie szarej okołowodociągowej, jądrach szwu i blaszce brzeżnej rogu tylnego znajdują się liczne receptory opioidowe. Fakt ten jest wykorzystywany w leczeniu przeciwbólowym.

Twór siatkowaty wysyła włókna projekcyjne do jąder układu autonomicznego zlokalizowanego w pniu mózgu i w rdzeniu kręgowym. Umożliwia to kontrolę częstości akcji serca oraz wartości ciśnienia tętniczego krwi.

²² Ibidem, s. 274–278.

²³ Ibidem, s. 279–287.

Wstępujące włókna projekcyjne tworzą siatkowatego wysyłane do wzgórza są konieczne do utrzymania prawidłowego stanu świadomości. Obustronne zniszczenie neuronów tworzą siatkowatego w śródmózgowiu doprowadza do wystąpienia trwałej śpiączki. Rolę tworzą siatkowatego bardzo dobrze oddaje stwierdzenie, że sam mózg nie może funkcjonować w sposób świadomy, konieczna jest bowiem stymulacja ze strony tworzą siatkowatego. Tę jego część stanowi układ siatkowaty pobudzający (ang. ARAS – *ascending reticular activating system*). Modulacja ARAS odgrywa ważną rolę w regulacji rytmu snu i czuwania²⁴.

W obrębie pnia mózgu znajdują się obszary zróżnicowane pod względem neurochemicznym. Głównymi neuroprzekaźnikami są np. aminy biogenne. Najwięcej jest neuronów noradrenergicznych, które zlokalizowane są głównie w miejscu sinawym, położonym w pobliżu dna komory czwartej. Stąd włókna wstępujące docierają do wzgórza, podwzgórza, struktur limbicznych i kory mózgu. Szczególnie licznie są reprezentowane w korze somatosensorycznej. Włókna zstępujące dochodzą do pnia mózgu, wszystkich poziomów rdzenia kręgowego, a nawet do mózdzku. W badaniach elektrofizjologicznych dotyczących funkcji miejsca sinawego stwierdzono całkowity brak aktywności neuronów noradrenergicznych w trakcie snu, natomiast największą – w czasie zaskoczenia lub czynności wymagającej szczególnej uwagi. Można zatem wnioskować, że neurony noradrenergiczne odpowiadają za procesy związane z utrzymywaniem uwagi i czujności.

Włókna dopaminergiczne zlokalizowane są głównie w śródmózgowiu, w istocie czarnej. Docierają one do jader podkorowych, układu limbicznego i kory mózgu, w tym do kory ruchowej w płacie czołowym. Przyjmuje się, że układ dopaminergiczny bierze udział w inicjowaniu ruchów dowolnych. Jego uszkodzenie prowadzi do wystąpienia zespołu parkinsonowskiego. Połączenia z układem limbicznym umożliwiają udział neuronów dopaminergicznych w procesach motywacyjnych i poznawczych.

Największym zgromadzeniem neuronów serotoninergicznych (przekaźnikiem jest serotonina) są jądra szwu. Wysyłają one projekcje do wielu struktur OUN, w tym do kory czuciowej. Stwierdzono, że aktywność neuronów serotoninergicznych i noradrenergicznych zmienia się cyklicznie w trakcie snu i czuwania. Podejrzewa się, że układ serotoninergiczny odgrywa ważną rolę w utrzymaniu stanu pobudzenia, natomiast układ noradrenergiczny jest istotniejszy dla cyklicznych zmian charakteryzujących stan czuwania. Włókna serotoninergiczne wchodzi w skład zstępujących dróg kontrolujących percepcję bólu. W górnej części pnia mózgu oraz części podstawnej kresomózgowia znajdują się neurony acetylocholinergiczne. Największym ich skupiskiem w kresomózgowiu jest jądro podstawne (Meynerta), które bierze udział w regulacji aktywności pnia mózgu poprzez receptory muskarynowe. W przeciwieństwie do pozostałych neuroprze-

²⁴ Ibidem, s. 288–292.

każników acetylocholina odgrywa ważną rolę również w obwodowym układzie nerwowym, gdzie wywiera efekt przez receptory nikotynowe. Acetylocholina jest neuroprzebieżnikiem uwalnianym przez motoneurony alfa i gamma, przedzwojowe neurony należące do układu autonomicznego oraz zazwojowe neurony przywspółczulne²⁵.

Nerwy czaszkowe

Wyróżniamy 12 par nerwów czaszkowych:

- n. I – nerwy węchowe;
- n. II – nerw wzrokowy;
- n. III – nerw okoruchowy;
- n. IV – nerw błoczkowy;
- n. V – nerw trójdzielny;
- n. VI – nerw odwodzący;
- n. VII – nerw twarzowy;
- n. VIII – nerw przedsionkowo-ślimakowy;
- n. IX – nerw językowo-gardłowy;
- n. X – nerw błędny;
- n. XI – nerw dodatkowy;
- n. XII – nerw podjęzykowy²⁶.

Włókna tworzące nerwy czaszkowe można podzielić na następujące grupy:

- Włókna czuciowe somatyczne – przenoszą informację od receptorów bólu, temperatury i mechanoreceptorów;
- Włókna czuciowe trzewne – biegną od receptorów w strukturach trzewnych, tj. naczyń krwionośnych, ścianach przewodu pokarmowego;
- Włókna ruchowe trzewne – aksony autonomiczne przedzwojowe;
- Włókna ruchowe somatyczne – unerwiają mięśnie szkieletowe²⁷.

Nerwy węchowe (n. I) biorą początek w nabłonku węchowym błony śluzowej pokrywającej okolicę węchową jamy nosowej. Włókna nerwowe przechodzą przez blaszkę sitową i bezpośrednio podążają do kresomózgowia. Najczęstszą przyczyną uszkodzeń są urazy mechaniczne (np. złamania kości sitowej), w wyniku których zostają przerwane nici węchowe. Dochodzi wówczas do anosmi – braku odczuwania bodźców węchowych²⁸.

²⁵ Ibidem, s. 293–299.

²⁶ A. BOCHENEK, M. RIECHER: *Anatomia człowieka...*, T. 5, s. 161.

²⁷ J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 305.

²⁸ J.D. FIX: *Neuroanatomia...*, s. 211.

Nerw wzrokowy (n. II) rozpoczyna się w warstwie światłoczułej siatkówki. W jego przebiegu wyróżniamy odcinki: wewnątrzgałkowy, wewnątrzczodołowy, przechodzący przez kanał wzrokowy i odcinek wewnątrzczaszkowy. Włókna z części nosowej siatkówki ulegają skrzyżowaniu na wysokości siodła tureckiego, natomiast włókna z części skroniowej siatkówki, przechodząc przez skrzyżowanie wzrokowe, pozostają po tej samej stronie. Nerw wzrokowy stanowi ramię doprowadzające odruchy źrenicy na światło. Włókna n. II biegną poprzez skrzyżowanie wzrokowe i pasmo wzrokowe do ciała kolankowatego bocznego w śródmózgowiu. Następnie łączą się z korą wzrokową płata potylicznego. W przypadku jego uszkodzenia obserwujemy jednostronną ślepotę oraz brak bezpośredniego odruchu źrenic na światło²⁹.

Nerwy czaszkowe można podzielić na grupy w zależności od pełnionej funkcji. Nerwy czaszkowe III, IV, VI zwane gałkoruchowymi, zaopatrują mięśnie gałki ocznej. Wraz z nerwem XII tworzą grupę zawierającą włókna ruchowe somatyczne. Jądra dla tych nerwów położone są w śródmózgowiu.³⁰

Nerw okoruchowy (n. III) zaopatruje większość mięśni gałkoruchowych z wyłączeniem mięśnia prostego bocznego, skośnego górnego i mięśnia rozwieracza źrenicy. Najważniejszym mięśniem pozostającym w zakresie unerwienia n. III jest mięsień dźwigacz powieki górnej. Jądro n. III jest położone w górnej części śródmózgowia. W rzeczywistości składa się ono z kilku położonych podłużnie słupów. Z jądra Westhala-Edingera włókna (autonomiczne) biegną do zwoju rzęskowego leżącego po tej samej stronie. Włókna zazwojowe zaopatrują mięsień zwieracz źrenicy i mięsień rzęskowy³¹. Nerw okoruchowy bierze udział w odruchu źrenicy na nastawność (stanowi ramię odprowadzające)³². Uszkodzenie doprowadza do ustawiania się gałki ocznej do boku, ponieważ porażony jest mięsień prosty przyśrodkowy (zez). Niedowład mięśni okoruchowych przy patrzeniu w stronę porażoną powoduje diplopię (podwójne widzenie). Upośledzone są również pionowe ruchy oka. Porażenie mięśnia dźwigacza powieki górnej powoduje opadanie powieki (*ptosis*). Źrenica po stronie uszkodzonej rozszerza się (*mydrasis*). Rozszerzona źrenica niereagująca na światło jest często pierwszym objawem ucisku na n. III³³. Upośledzenie funkcji n. III może wystąpić w zespołach klinicznych: wgłobienie podnamiotowe, tętniaki tętnicy szyjnej wewnętrznej i tętnicy łączącej tylnej, cukrzyca (cukrzycowe porażenie n. III)³⁴.

Nerw błoczkowy (n. IV) unerwia mięsień skośny górny. Jest to jedyny nerw, który łączy się z grzbietową powierzchnią pnia mózgu oraz całkowicie wywodzi się z jąder zlokalizowanych w przeciwstronnej półkuli mózgu (na stronę przeciw-

²⁹ Ibidem, s. 211–212.

³⁰ J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 307.

³¹ Ibidem, s. 307–310.

³² J.D. FIX: *Neuroanatomia...*, s. 214.

³³ J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 309.

³⁴ J.D. FIX: *Neuroanatomia...*, s. 215.

ną przechodzi w śródmózgowiu). Uszkodzenie wywołuje podwójne widzenie przy próbie ruchu gałki ocznej do dołu i do boku³⁵. U chorych zauważalne jest pochylenie głowy w celu wyrównania obrotu gałek ocznych na zewnątrz³⁶.

Nerw odwodzący (n. VI) zaopatruje mięsień prosty boczny, którego funkcją jest odwodzenie gałki ocznej. Jego jądro znajduje się w moście. Porażenie jest najczęstszym izolowanym niedowładem mięśniowym. Uszkodzenie tego nerwu powoduje zezą zbieżnego (oko po stronie uszkodzonej kieruje się przyśrodkowo) oraz poziome podwójne widzenie³⁷.

Nerw podjęzykowy (n. XII) jest nerwem ruchowym zaopatrującym wszystkie mięśnie języka. Swój początek ma w jądrze nerwu podjęzykowego w rdzeniu przedłużonym. W przypadku uszkodzenia jednostronnego język jest odchylony w stronę porażoną³⁸. Jeśli poprosimy pacjenta o wysunięcie języka, obserwujemy jego zbaczanie w stronę niedowładną³⁹. Gdy dojdzie do uszkodzenia obustronnego, wówczas ruchy języka są całkowicie lub prawie całkowicie zniesione⁴⁰. Najczęściej jest to wyrazem uszkodzenia komórek zwojowych zlokalizowanych w jądrze nerwu podjęzykowego w pniu mózgu (jądrowe porażenie języka)⁴¹. Taka sytuacja kliniczna wraz z możliwym drżeniem pęczkowym, widocznym, gdy język leży w jamie ustnej, powinna nasunąć myśl o zespole opuszkowym⁴², szczególnie charakterystycznym dla stwardnienia zanikowego bocznego⁴³. Obustronne upośledzenie ruchów języka może mieć również przyczynę ośrodkową, najczęściej na podłożu naczyniowym. Przebieg wiąże się z ciężkim upośledzeniem mowy i połykania. Nie dochodzi jednak do zaniku mięśni języka. Z punktu widzenia neurologa i logopedy stanowi to podstawę do rozpoznania zespołu rzekomoopuszkowego⁴⁴.

Kolejną grupą są tzw. nerwy łuków skrzelowych (n. V, n. VII, n. IX, n. X, n. XI). Ich obszar unerwienia dotyczy mięśni poprzecznie prążkowanych (filogenetycznie pochodzą z łuków skrzelowych)⁴⁵.

Nerw trójdzielny (n. V) jest głównym nerwem czuciowym, odbierającym bodźce dotykowe, proprioceptywne oraz bólu i temperatury z powierzchni głowy. Informacje te docierają do kory mózgu, mózdzku oraz tworzą siatkowatego⁴⁶. Oprócz zasadniczego unerwienia czuciowego n. V unerwia ruchowo mięśnie żwaczowe

³⁵ J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, s. 311.

³⁶ J.D. FIX: *Neuroanatomia...*, s. 216.

³⁷ J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 311–313; J.D. FIX: *Neuroanatomia...*, s. 217.

³⁸ M. MUMENTHALER, H. MATTLE. *Neurologia*. Red. R. Podemski, M. Wender. Wrocław, Wydawnictwo Urban&Partner 2001, s. 38–39.

³⁹ Ibidem, s. 38–39.

⁴⁰ J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 313–314.

⁴¹ M. MUMENTHALER, H. MATTLE. *Neurologia...*, s. 664.

⁴² Ibidem, s. 39.

⁴³ Ibidem, s. 664.

⁴⁴ Ibidem, s. 663–664.

⁴⁵ J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 314.

⁴⁶ Ibidem, s. 315–317.

oraz mięśnie dna jamy ustnej. Zaopatruje również obszar błony śluzowej jamy ustnej i nosowej wraz z zatokami przynosowymi oraz spojówką⁴⁷. Nerw trójdzielny dzieli się na 3 gałęzie, z których każda zaopatruje osobne piętro twarzy: V1 – nerw oczny, V2 – nerw szczękowy; V3 – nerw żuchwowy, zawierający składnik czuciowy i ruchowy. Nerw żuchwowy jest anatomiczną podstawą dla odruchu żuchwowego (monosynaptyczny odruch miotacyjny, na rozciąganie). Jest on wywoływany poprzez delikatne uderzenie młoteczką w brodę pacjenta – w odpowiedzi dochodzi do skurczu mięśni i zamknięcia ust. Ramię doprowadzające dla tego odruchu stanowią dendryty komórek rzekomojednobiegunowych jądra śródmózgowiowego nerwu trójdzielnego. Stąd wysyłana jest projekcja do głównego jądra nerwu trójdzielnego i tworzy siatkowatego. Ramieniem odprowadzającym są neurony wychodzące z jądra ruchowego nerwu trójdzielnego, unerwiające mięśnie żuchwy⁴⁸. Odruch ten u zdrowych osób jest miernie żywy, może być wygórowany w przypadku uszkodzeń nadjądrowych (zespół rzekomoopuszczkowy) oraz osłabiony w uszkodzeniu obwodowym⁴⁹. Zaburzenia nerwu trójdzielnego manifestują się pod postacią wielu zespołów z towarzyszącymi bólami głowy. Przykładem jest neuralgia nerwu trójdzielnego. W jej przebiegu dochodzi do krótkich napadów silnego bólu w obszarze zaopatrywanym przez część nerwu trójdzielnego. Pomiędzy napadami nie występują zaburzenia czucia⁵⁰. Inne zespoły uszkodzenia n. V obejmują: niedoczulicę twarzy, brak odruchu rogówkowego, porażenie wiotkie mięśni żwaczowych, zbaczanie żuchwy w stronę porażoną oraz porażenie mięśnia napinacza błony bębenkowej⁵¹.

Nerw twarzowy (n. VII) jest nerwem ruchowym, unerwiającym mięśnie mimiczne twarzy i mięsień strzemiączkowy oraz 2/3 przednie języka. Jądro tego nerwu leży w dolnej części mostu. Jest ono zaangażowane w odruch rogówkowy. Niezależnie od tego, która z rogówek zostanie dotknięta przez ciało obce, następuje automatyczne obustronne zamknięcie powiek. Ramieniem doprowadzającym dla tego odruchu jest nerw oczny (czuciowe unerwienie rogówki). Ramię odprowadzające stanowią włókna nerwu twarzowego. Innymi elementami nerwu twarzowego są: włókna czuciowe somatyczne ze skóry ucha zewnętrznego, skupisko czuciowych włókien trzewnych zaopatrujących obszary jamy nosowej, podniebienia miękkiego, włókna aferentne trzewne kubków smakowych, włókna przedzwojowe przywspółczulne zaopatrujące ślinianki podjęzykowe, podżuchwowe, gruczoły podniebienne, nosowe oraz łzowe. Włókna przywspółczulne leżą w jądrze ślinowym górnym⁵². Obszar unerwienia obejmuje zatem: mięśnie wyrazowe, mięsień szeroki szyi, przywspółczulnie: gruczoły łzowe, jamy nosowej,

⁴⁷ A. BOCHENEK, M. RIECHER: *Anatomia człowieka...*, T. 5, s. 207.

⁴⁸ A. STĘPIEŃ: *Neurologia*. T. 1. Warszawa, Wydawnictwo Medical Tribune Polska 2014, s. 70.

⁴⁹ R. PODEMSKI: *Kompendium neurologii*. Gdańsk, Wydawnictwo Via Medica 2008, s. 56.

⁵⁰ J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 319–320.

⁵¹ J.D. FIX: *Neuroanatomia...*, s. 217.

⁵² J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 324–327.

podniebienia miękkiego, gardzieli i języka. Jądro ruchowe n. VII jest zaopatrywane przez włókna układu piramidowego pierwszorzędowej kory ruchowej płata czołowego. W przypadku porażenia ośrodkowego n. VII dochodzi do zajęcia jedynie dolnej części twarzy (objaw fajki). Jeśli dojdzie do uszkodzenia obwodowego, zajęte są wszystkie piętra twarzy. Obserwujemy wówczas: twarz asymetryczną, przeciągniętą na stronę zdrową, nie domyka się szpara powiek po stronie chorej, brak jest odruchu mrugania, występują zaburzenia smaku⁵³.

Nerw językowo-gardłowy (n. IX) zawiera przede wszystkim włókna czuciowe trzewne. Zakres unerwienia obejmuje: włókna aferentne z kłębków szyjnych, z receptorów zatoki szyjnej, błony śluzowej pokrywającej jamę ucha środkowego i ściany gardła, błony śluzowej i kubków smakowych tylnej języka. Neuralgia n. IX polega na występowaniu napadów bólu tylnej części języka lub na ścianie gardła z promieniowaniem do okolicy ucha⁵⁴. Ruchowo nerw ten zaopatruje mięśnie gardła: zwieracz gardła górny, rylcowo-gardłowy, podniebiennie-gardłowy i dźwigacz podniebienia miękkiego. Przywspółczulnie unerwia: śliniankę przyuszną, gruczoły nasady języka, czuciowo: jamę bębenkową, trąbkę słuchową, podniebienie, nasadę języka, część nosową i ustną gardła. Włókna smakowe zaopatrują tylko trzecią tylną część języka⁵⁵. Razem z n. X, n. XII uczestniczy w odruchu połykania. Odgrywa rolę w regulacji systemowego ciśnienia tętniczego i hemostazy poprzez przewodzenie impulsów z baroreceptorów zatoki szyjnej i z chemoreceptorów kłębka szyjnego (monitorowanie stężenia dwutlenku węgla i tlenu we krwi). W przypadku jego uszkodzenia w badaniu neurologicznym stwierdza się brak odruchu gardłowego, podniebiennego oraz odruchu z zatoki szyjnej, utratę czucia smaku w tylnej jednej trzeciej części języka⁵⁶.

Nerw błędny n. X jest zasadniczym źródłem unerwienia przywspółczulnego dla narządów klatki piersiowej i jamy brzusznej. Ponadto zaopatruje: oponę twardą, ucho zewnętrzne za przewodem słuchowym zewnętrznym, błonę bębenkową, gardło, krtani, przełyk, tchawicę. Większość włókien tego nerwu zaczyna się w jądrze grzbietowym nerwu błędnego – jest to główne jądro przywspółczulne mózgowia. Leży w dnie komory czwartej. Włókna n. X biorą udział w akcie mowy i połykania (razem z n. IX, n. XII), w uniesieniu podniebienia i przewodzeniu bodźców smakowych. Nerw błędny jest zaangażowany w odruch gardłowy.

Ramieniem doprowadzającym jest nerw językowo-gardłowy, a odprowadzającym – nerw błędny. U zdrowego człowieka dotknięcie jednej ze ścian gardła wywołuje obustronną odpowiedź. W przypadku jednostronnego uszkodzenia widoczne jest po tej stronie porażenie podniebienia miękkiego, gardła, krtani, prowadzące do dysfonii, zaburzeń oddechu, dyzartii oraz zaburzeń połykania⁵⁷.

⁵³ A. BOCHENEK, M. RIECHER: *Anatomia człowieka...*, T. 5, s. 219.

⁵⁴ J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 324–327.

⁵⁵ A. BOCHENEK, M. RIECHER: *Anatomia człowieka...*, T. 5, s. 226–227.

⁵⁶ J.D. FIX: *Neuroanatomia...*, s. 223–224.

⁵⁷ J. NOLTE: *Mózg człowieka...*, T. 1, s. 328–329; J.D. FIX: *Neuroanatomia...*, s. 222–224.

Nerw dodatkowy n. XI prowadzi włókna z najniższej położonej części rdzenia przedłużonego i rogów przednich pięciu górnych segmentów szyjnych rdzenia kręgowego⁵⁸. Zaopatruje on mięsień mostkowo-obojczykowo-sutkowy i mięsień czworoboczny. W porażeniu jednostronnym głowa jest ustawiona skośnie z brodą skierowaną ku górze i w stronę porażoną. W przypadku porażenia obustronnego głowa opada w dół. W uszkodzeniu mięśnia czworobocznego utrudnione jest unoszenie barku powyżej poziomu ramienia⁵⁹.

Bibliografia

- BOCHENEK A., RIECHER M.: *Anatomia człowieka*. T. 4. Warszawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL 1993; T. 5. Warszawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL 1997.
- FIX J.D.: *Neuroanatomia*. Przeł. J. MORYŚ. Wrocław, Wydawnictwo Urban & Partner 1997.
- KONTUREK S.: *Fizjologia człowieka*. T. 4. Kraków, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego 1998.
- NOLTE J.: *Mózg człowieka. Anatomia czynnościowa mózgowia*. T. 1. Przeł. J. MORYŚ. Wrocław, Wydawnictwo Urban & Partner 2011.
- PODEMSKI R.: *Kompendium neurologii*. Gdańsk, Wydawnictwo Via Medica 2008.
- STĘPIEŃ A.: *Neurologia*. T. 1. Warszawa, Wydawnictwo Medical Tribune Polska 2014.

⁵⁸ Ibidem, s. 224.

⁵⁹ A. BOCHENEK, M. RIECHER: *Anatomia człowieka...*, T. 5, s. 239.