

Gałęzie tylne nerwów lędźwiowych – część I: anatomia i znaczenie czynnościowe

Posterior Branches of Lumbar Spinal Nerves – Part I: Anatomy and Functional Importance

Katarzyna Kozera^{1(A,B,D,E,F)}, Bogdan Cizek^{1,2(A,D)}

¹ Zakład Anatomii Prawidłowej i Klinicznej Centrum Biostruktury Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, Warszawa, Polska

² Oddział Neurochirurgii Szpital Dziecięcy im. Prof. J. Bogdanowicza, Warszawa, Polska

¹ Division of Descriptive and Clinical Anatomy, Biostructure Centre, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland

² Neurosurgery Department, Prof. J. Bogdanowicz Paediatric Hospital, Warsaw, Poland

STRESZCZENIE

Celem pracy było porównania opisów anatomicznych gałęzi tylnych nerwów lędźwiowych i na ich podstawie przedstawienie przebiegu tych struktur. W większości podręczników anatomii nerwy te nie są dokładnie opisane. Sytuację tę można tłumaczyć faktem, że przez wiele lat uważano je za struktury bez większego znaczenia klinicznego. Stan wiedzy na temat tych nerwów przez ostatnie 30 lat uległy zmianie. Zwrócono uwagę na ich funkcję i znaczenie zarówno w diagnostyce, jak i leczeniu dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa.

Podsumowując dostępne doniesienia możemy stwierdzić, że gałąź przyśrodkowa i boczna dzielą się w miejscu skrzyżowania stawu międzykręgowego i dalszej części górnego brzegu wyrostka żebrowego, wielkość, przebieg i zaopatrywany obszar jest różny dla gałęzi bocznej i przyśrodkowej oraz, że stawy międzykręgowie są unerwione wielosegmentowo. Udowodniono, że gałęzie przyśrodkowe są mniejsze od odpowiadających im gałęzi bocznych oraz mają bardziej stały przebieg. Gałęzie przyśrodkowe zaopatrują okolice od linii pośrodkowej ciała do linii stawu międzykręgowego, natomiast gałęzie boczne struktury znajdujące się bocznie od linii stawu międzykręgowego.

Przegląd piśmiennictwa zwraca uwagę na trudność określenia specyficznych punktów anatomicznych, względem których można byłoby dokładnie zlokalizować gałąź boczną i dalszą część gałęzi przyśrodkowej.

Drażnienie włókien czuciowych w obrębie gałęzi tylnych nerwów lędźwiowych może być spowodowane patologią stawów międzykręgowych, deformacją kręgosłupa, zmianami przeciążeniowymi i pourazowymi. Znając anatomiczny przebieg gałęzi tylnych nerwów rdzeniowych, należy pamiętać o możliwości ich uszkodzenia podczas małoinwazyjnych zabiegów przeciwbólowych.

Słowa kluczowe: anatomia układu nerwowego, nerwy rdzeniowe, gałęzie tylne nerwów rdzeniowych, ból dolnego odcinka kręgosłupa

SUMMARY

The aim of this paper is to compare anatomic descriptions of posterior branches of the lumbar spinal nerves and, on this basis, present the location of these structures. The majority of anatomy textbooks do not describe these nerves in detail, which may be attributable to the fact that for many years they were regarded as structures of minor clinical importance. The state of knowledge on these nerves has changed within the last 30 years. Attention has been turned to their function and importance for both diagnostic practice and therapy of lower back pain.

Summarising the available literature, we may conclude that the medial and lateral branches separate at the junction of the facet joint and the distal upper edge of the transverse process; that the size, course and area supplied differ between the lateral and the medial branch; and that facet joints receive multisegmental innervation. It has been demonstrated that medial branches are smaller than the respective lateral branches and they have a more constant course. Medial branches supply the area from the midline to the facet joint line, while lateral branches innervate tissues lateral to the facet joint.

The literature indicates difficulties with determining specific anatomic landmarks relative to which the lateral branch and the distal medial branch can be precisely located.

Irritation of sensory fibres within posterior branches of the lumbar spinal nerves may be caused by pathology of facet joints, deformity of the spine or abnormalities due to overloading or injury. The anatomic location and course of posterior branches of spinal nerves should be borne in mind to prevent damaging them during low-invasive analgesic procedures.

Key words: neuroanatomy, spinal nerves, posterior branches of spinal nerves, low-back pain

WSTĘP

Gałęzie tylne nerwów rdzeniowych w odcinku lędźwiowym są w większości podręczników anatomii opisywane jako struktury dzielące się na dwie duże gałęzie – gałąź przyśrodkową i gałąź boczną [1-4]. Są także podręczniki o zasięgu światowym, w których opis tej części układu nerwowego jest jeszcze mniej dokładny [5,6]. Sytuację tę można tłumaczyć faktem, że przez wiele lat uważano gałęzie tylne nerwów rdzeniowych za struktury bez większego znaczenia klinicznego. Stan wiedzy na temat tych nerwów przez ostatnie 30 lat uległ dużej zmianie. Zwrócono uwagę na ich funkcję i znaczenie w diagnostyce i w leczeniu dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa. Podrażnienie gałęzi tylnych może być spowodowane przez nieprawidłowości w stawach międzykręgowych, tj. zmiany zwyrodnieniowe, złamania, patologie więzadeł lub torebki stawowej i często jest przyczyną przewlekłego bólu odcinka lędźwiowego określanego jak Zespół Gałęzi Tyłnej (Lumbar Dorsal Ramus Syndrome) [7,8]. Zazwyczaj jest on diagnozowany za pomocą blokad diagnostycznych i leczony zabiegami małoinwazyjnymi, tj. neurotomia prądem o częstotliwości radiowej [8-11].

Pierwszą próbę szczegółowego opisu gałęzi tylnych nerwów rdzeniowych podjął w 1982 roku profesor Bogduk. Autorzy, w odróżnieniu od wersji podręcznikowych, wyróżnili podział na trzy gałęzie: przyśrodkową, boczną i pośrednią [12]. Choć wydaje się, że budowa gałęzi tylnych nerwów rdzeniowych została już dokładnie scharakteryzowana, to jednak analiza dostępnego piśmiennictwa uwidoczni szereg nieścisłości i rozbieżności, wymagających wyjaśnienia.

ANATOMIA I TOPOGRAFIA POCZĄTKOWEGO ODCINKA GAŁĘZI TYLNEJ NERWÓW LĘDŹWIOWYCH

Gałęzie tylne nerwów lędźwiowych są mniejsze od odpowiadających im gałęzi brzusznych. Na poziomach L₁₋₄ odchodzą od nerwu rdzeniowego pod kątem ok. 90° [13]. Po przejściu przez otwór kręgowy bieżną w kierunku grzbietowym i ogonowym [12,14,15]. Przechodzą przez otwór, którego ograniczenia tworzy górna i dolna krawędź sąsiednich wyrostków żebrowych, staw międzykręgowy oraz więzadło międzypoprzeczne. Około 5-10 mm dalej gałąź tylna dzieli się na gałąź przyśrodkową i boczną, pod kątem ok. 30°. Podział gałęzi tylnej nerwu L₅ następuje w zagłębieniu pomiędzy częścią boczną kości krzyżowej i szczytem górnego wyrostka stawowego S₁ od strony przyśrodkowej [12].

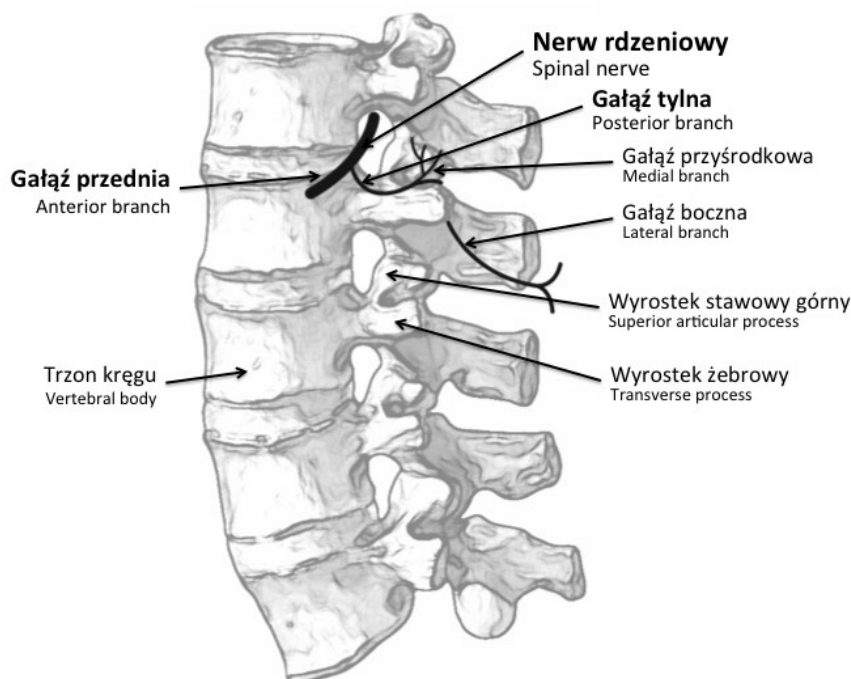
BACKGROUND

Posterior branches of the lumbar spinal nerves are described in the majority of anatomy textbooks as structures separating into two large branches: the medial and the lateral [1-4]. There are also anatomy atlases used worldwide which describe this part of the nervous system even less precisely [5,6]. This situation may be attributable to the fact that for many years posterior branches of spinal nerves were regarded as structures of minor clinical importance. The state of knowledge on these nerves has changed considerably within the last 30 years. Attention has been turned to their function and importance for both diagnostic practice and therapy of lower back pain. Irritation of posterior branches of the lumbar spinal nerves may be caused by abnormalities of facet joints, i.e. degeneration, fractures, pathology of ligaments or the articular capsule, and frequently leads to chronic lower back pain referred to as Lumbar Dorsal Ramus Syndrome [7,8]. The syndrome is usually diagnosed using diagnostic blocks and treated with low-invasive procedures, such as radiofrequency neurotomy [8-11].

The first anatomist to embark on the task of precisely describing posterior branches of lumbar spinal nerves was Prof. Bogduk in 1982. The authors, unlike textbooks, distinguished three branches: medial, lateral and intermediate [12]. Although the structure of posterior branches of the lumbar spinal nerves appears to have been precisely described, a review of the available literature reveals a number of inaccuracies and discrepancies that require explanation.

ANATOMY AND TOPOGRAPHY OF THE PROXIMAL PART OF POSTERIOR BRANCHES OF THE LUMBAR SPINAL NERVES

Posterior branches of lumbar spinal nerves are smaller than their respective abdominal branches. At the level of L₁₋₄, they separate from the spinal nerve at an angle of approximately 90° [13]. After traversing the vertebral foramen they continue dorsally and caudally [12,14,15], traversing the opening bounded by the upper and lower edges of the adjacent transverse processes, facet joint and intertransverse ligament. Approximately 5-10 mm distal to the opening, the posterior branch divides into the medial and the lateral, at an angle of ca. 30°. The division of the posterior branch of the L₅ nerve takes place in the excavation between the lateral sacral bone and the medial top of the S₁ superior articular process [12].



Ryc. 1. Topografia gałęzi przedniej i tylnej – schemat

Fig. 1. Topography of anterior and posterior ramus of the spinal nerve – scheme

Obie gałęzie zawierają włókna ruchowe i czuciowe, przebiegają w sąsiedztwie naczyń krwionośnych. Dodatkowo na poziomie L_{3-4} , czasami na L_{1-2} , pojawia się gałąź pośrednia [12,14]. Gałąź przyśrodkowa unerwia okolicę od linii pośrodkowej tylnej do linii stawu międzykręgowego. Gałąź boczna zapatruje tkanki położone bocznie od linii stawu międzykręgowego [16,17]. Gałąź pośrednia unerwia mięsień najdłuższy lędźwi [12,14,15].

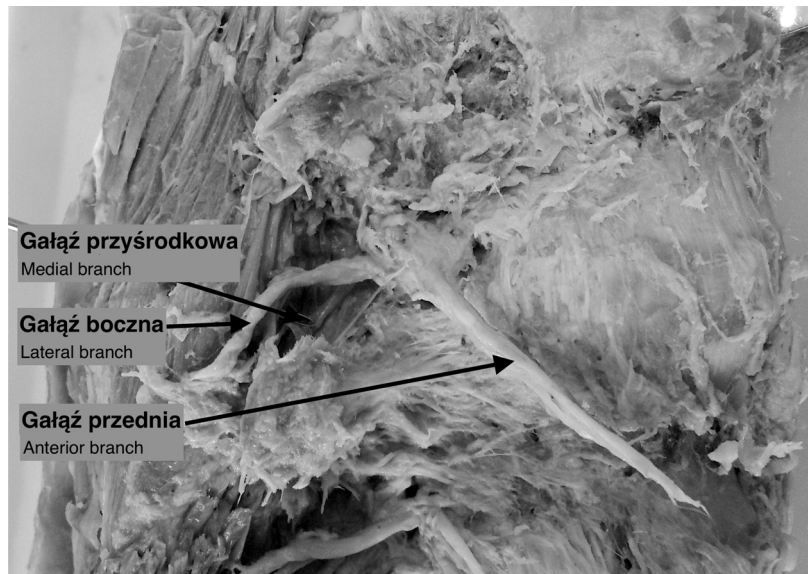
ANATOMIA I TOPOGRAFIA GAŁĘZI PRZYŚRODKOWEJ

Gałąź przyśrodkowa biegnie (Ryc. 2) w stronę górnej krawędzi niżej leżącego wyrostka żebrowego w pobliżu jego nasady [18]. Następnie gałąź przechodzi przez grzbietowe włókna więzadła międzypoprzecznego w zagłębieniu utworzonym przez nasadę wyrostka żebrowego i wyrostka stawowego górnego. W tym rejonie nerw wraz z gałęzią tylną tętnicy lędźwiowej, związany jest z okostną przez tkankę łączną, która pokrywa torebkę stawu międzykręgowego i wyrostek żebrowy [13]. Na wysokości dolnego brzegu stawu międzykręgowego, gałąź przyśrodkowa kieruje się przyśrodkowo poprzez zagłębienie pomiędzy wyrostkiem suteczkowatym i dodatkowym, pod więzadłem suteczkowato-dodatkowym (Ryc. 3). Gałęzie przyśrodkowe korzeni L_{1-4} zawsze znajdują

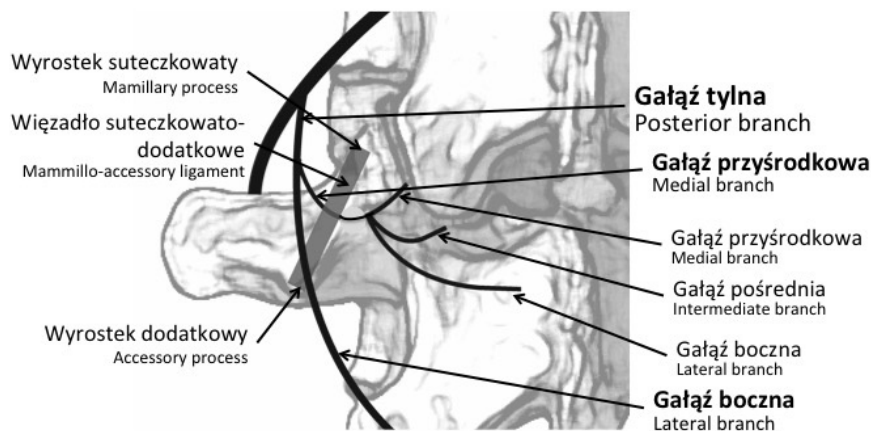
Both branches contain motor and sensory fibres and are accompanied by blood vessels. Additionally, at the L_{3-4} level, sometimes at the L_{1-2} level, an intermediate branch appears [12,14]. The medial branch innervates the area from the midline to the facet joint line, while the lateral branch supplies tissues lateral to the facet joint [16,17]. The intermediate branch supplies the longissimus lumbar muscle [12,14,15].

ANATOMY AND TOPOGRAPHY OF THE MEDIAL BRANCH

The medial branch courses (Fig. 2) towards the upper edge of the transverse process located inferiorly, close to its base [18]. Subsequently, the branch traverses the dorsal fibres of the intertransverse ligament in an excavation formed by the bases of the transverse and superior articular processes. In this area, the nerve and the posterior branch of the lumbar artery are attached to the periosteum by connective tissue which covers the facet joint capsule and the transverse process [13]. At the level of the lower edge of the facet joint, the medial branch goes medially through an excavation between the mamillary and the accessory processes, under the mammillo-accessory ligament (Fig. 3). Medial branches of the L_{1-4} roots are always located in the posterolateral part



Ryc. 2. Początkowy przebieg gałęzi tylnej nerwu rdzeniowego
Fig. 2. Proximal part of posterior ramus of the spinal nerve



Ryc. 3. Gałąź tylna w okolicy więzadła suteczkowato-dodatkowego – schemat
Fig. 3. Posterior ramus of the spinal nerve in the area of the mamillo-accessory ligament – scheme

się w tylno-bocznej części tego włóknistego kanału, bliżej wyrostka dodatkowego niż suteczkowatego [19]. Dalej kierują się przyśrodkowo i ogonowo do okolicy blaszki łuku kręgu. Gałąź przyśrodkowa w tym miejscu leży głęboko w luźnej tkance tłuszczowej w mięśniu wielodzielnym (Ryc. 4). Jest to miejsce podziału na trzy gałęzie: stawową, mięśniową i skórną [12]. Analiza piśmiennictwa zwraca jednak uwagę na dużą zmienność podziału gałęzi przyśrodkowej i wydaje się uzasadnionym traktować ten podział jako schemat, a nie zawsze występujący fakt anatomiczny.

Zarówno podział gałęzi przyśrodkowej, jak i unerwienie stawu międzykręgowego nie zostały jedno-

of the fibrous canal, closer to the accessory than to the mamillary process [19]. Farther on, they continue medially and caudally to the area of the lamina of the vertebral arch. At this point, the medial branch is situated deep in the loose adipose tissue of the multifidus muscle (Fig. 4). At this site, the nerve divides into three branches: articular, muscular and cutaneous [12]. However, the literature indicates high variability of the medial branch division so it seems justified to treat the above description as a model rather than a universal anatomical fact.

Neither the division of the medial branch nor the pattern of innervation of the facet joint has been clearly described. In the available literature, the ma-



Ryc. 4. Gałąź przyśrodkowa w mięśniu wielodzielnym

Fig. 4. Medial branch of the posterior ramus of the spinal nerve in multifidus muscle

znacznie opisane. W dostępnym piśmiennictwie największa część autorów twierdzi, bazując na pracy Bogduk'a, że gałąź przyśrodkowa unerwia staw międzykręgowy na danym poziomie i jeden poziom niżej [12,13,19].

Znaleźć można także opisy, według których stawy międzykręgowy są unerwione również przez gałęzie przyśrodkowe niższego segmentu, gałęzie zwoju nerwu rdzeniowego oraz gałęzie pnia współczulnego [20-23].

ANATOMIA I TOPOGRAFIA GAŁĘZI BOCZNEJ

Gałąź boczna jest większa od gałęzi przyśrodkowej, jej średnica wynosi ok. 1 mm i ma bardziej zmienny przebieg. Jest silniej rozwinięta w trzech górnych nerwach lędźwiowych [12-15,24]. Leży w kostnym zagłębieniu na górnym brzegu niższego wyrostka żebrowego. Na wysokości wyrostka dodatkowego przechodzi skośnie ku dołowi. Kieruje się ku dołowi, bocznie i grzbietowo. Oddaje gałąź mięśniową dla mięśnia krzyżowo-kolcowego i skórą dla skóry grzbietu [14]. Gałęzie skórne występują jedynie na poziomach L₁₋₃ i są przedłużeniem gałęzi mięśniowej po przejściu przez powięź piersiowo-lędźwiową. Gałęzie te nazywane są nerwami pośladków górnymi. Gałęzie L₁₋₂ przechodzą w tkance podskórnej nad talerzem biodrowym, równoległe do gałęzi skórnej segmentu Th₁₂. Gałąź L₃ jest przymocowana przez pasmo

majority of authors state, based on Bagduk's paper, that the medial branch supplies the facet joint at the given level and one level below [12,13,19].

According to some descriptions, facet joints are also supplied by medial branches of the inferior segment, branches of the spinal ganglion and branches of the sympathetic trunk [20-23].

ANATOMY AND TOPOGRAPHY OF THE LATERAL BRANCH

The lateral branch is larger than the medial one, with a diameter of approximately 1 mm, and has a more variable course. It is more developed in the three superior lumbar nerves [12-15,24]. It is situated in an osseous hollow on the upper edge of the inferior transverse process. At the level of the accessory process, it courses obliquely downwards. It runs downwards, laterally and dorsally. It gives off a muscular branch for the sacrospinal muscle and a cutaneous branch for the skin of the back [14]. Cutaneous branches are found only at L₁₋₃ levels and represent continuation of the muscular branch after its transition through the thoracolumbar fascia. The branches are referred to as the superior gluteal nerves. The L₁₋₂ branches run in subcutaneous tissue over the iliac ala parallel to the cutaneous branch of the Th₁₂

Tab. 1. Porównanie anatomii i topografii gałęzi przyśrodkowej i bocznej
 Tab. 1. Comparison of anatomy and topography of the medial and lateral branches

	Gałęzie przyśrodkowe / Medial branches	Gałęzie boczne / Lateral branches
Średnica/ Diameter	Mniejsza / Smaller	Większa / Bigger
Przebieg/ Course	Stały / Constant Do miejsca połączenia wyrostka żebrowego i bocznej krawędzi stawu międzykręgowego, pod więzadłem suteczkowato-dodatkowym / As far as the junction of transverse process and lateral edge of the facet joint, under the mammillo-accessory ligament	Zmienny / Variable W bruzdzie wyrostka żebrowego potem w mięśniu najdłuższym grzbietu / In the groove of transverse process, then in latissimus dorsi muscle
Unerwiana okolica/ Area supplied	Od linii pośrodkowej ciała do linii stawu międzykręgowego / From the midline to the facet joint line	Boczenie od linii stawu międzykręgowego / Lateral to the facet joint
Unerwiane struktury / Structures supplied	Staw międzykręgowy / Facet joint Mięsień wielodzielny / Multifidus muscle Mięśnie przyśrodkowe międzypoprzeczne / Medial intertransverse muscles Grupa mięśni poprzeczno-kolcowych / Spinal transverse muscles Skóra grzbietu / Skin of the back	Mięsień najszerzy grzbietu / Latissimus dorsi muscle Mięsień biodrowo-żebrowy lędźwi / Iliocostalis lumborum muscle Skóra grzbietu / Skin of the back
Ból/Pain	Przykręgosłupowo / Medially Okolica lędźwiowo-krzyżowa / Lumbo-sacral area	Boczenie / Laterally Promieniowanie do okolicy bocznej części grzebienia biodrowego, tkliwość mięśnia najszerzego grzbietu i mięśnia biodrowo-żebrowego lędźwi / Radiates to the lateral area of the iliac crest, tenderness of latissimus dorsi muscle and iliocostalis lumborum muscle

tkanki łącznej do grzebienia biodrowego, bocznie od przyczepu mięśnia biodrowo-żebrowego lędźwi [12,13,14,16]. W odróżnieniu od gałęzi przyśrodkowych, gałęzie boczne tworzą anastomozy na poziomach Th₁₁₋₁₂, Th₁₂-L₁₋₃ [12,18,19,20]. Przebieg gałęzi bocznych segmentów L₄₋₅ jest bardziej zmienny. Gałąź tylna L₅ zaczyna się na wysokości przejścia lędźwiowo-krzyżowego. Biegnie ogonowo w kierunku przyczepu mięśnia najdłuższego klatki piersiowej na odcinku grzbietowej grzebienia biodrowego. Zazwyczaj jest połączona z gałęzią tylną S₁, wtedy nazywana jest gałęzią łączącą.

Podsumowując dostępne doniesienia na temat anatomii gałęzi tylnych nerwów lędźwiowych możemy stwierdzić, że wielkość, przebieg i zaopatrywany obszar jest różny dla gałęzi bocznej i przyśrodkowej (różnice porównano w Tabeli 1). Przegląd piśmiennictwa zwraca uwagę na trudność określenia specyficznych punktów anatomicznych, względem których można byłoby dokładnie zlokalizować gałąź boczną i dalszą część gałęzi przyśrodkowej.

ZNACZENIE CZYNNOŚCIOWE GAŁĘZI TYLNYCH NERWÓW LĘDŹWIOWYCH

Jest ono uwarunkowane funkcją unerwianych przez nie struktur, czyli: stawów międzykręgowych, głębo-

segment. The L₃ branch is attached to the iliac crest by a band of connective tissue lateral to the attachment of the iliocostalis muscle of loins [12,13, 14,16]. Unlike the medial branches, the lateral branches form anastomoses at the level of Th₁₁₋₁₂ and Th₁₂-L₁₋₃ [12,18,19,20]. The course of the lateral branches of the L₄₋₅ segments is more variable. The posterior branch of L₅ starts at the level of the lumbosacral transition. It runs caudally towards the attachment of the longissimus muscle of thorax at the level of the dorsal iliac crest. It is usually connected to the S₁ posterior branch; in such a case it is referred to as a communicating branch.

Summing up available reports on the anatomy of posterior branches of the lumbar nerves, we may conclude that the size, course and area supplied differ between the lateral and medial branch (a comparison of the differences is presented in Table 1). A review of the literature points to difficulties with determining specific anatomic landmarks relative to which the lateral branch and the distal medial branch may be precisely located.

FUNCTIONAL IMPORTANCE OF POSTERIOR BRANCHES OF THE LUMBAR NERVES

The importance of posterior branches of the lumbar nerves is related to the function of structures they

kich mięśni grzbietu, więzadła podłużnego tylnego, krążków międzykręgowych, więzadeł łuków kręgow oraz skóry po grzbietowej stronie ciała.

Stawy międzykręgowe są podstawową jednostką biomechaniczną kręgosłupa. Wchodzą w skład tzw. kompleksu trzech połączeń, który tworzą dwa stawy międzykręgowe na danym poziomie oraz krążek międzykręgowy. To funkcjonalne połączenie biernie stabilizuje kręgosłup i ogranicza ruchy we wszystkich trzech płaszczyznach. Ustawienie powierzchni stawowych wyrostków stawowych górnych i dolnych powoduje, że stabilizacja jest specyficzna na każdym poziomie [25]. Oprócz funkcji stabilizacyjnej stawy międzykręgowe przenoszą obciążenie w pozycji stojącej. Badania anatomiczne wskazują, że wraz z wiekiem, stawy międzykręgowe stają się słabsze i zmienia się orientacja ich powierzchni stawowych, w kierunku płaszczyzny strzałkowej. Ustawienie to predysponuje do uszkodzeń w mechanizmie rotacyjnym.

Choroby kręgosłupa lędźwiowego, tj. choroba zwyrodnieniowa, złamania, deformacje itp. często leczone są w sposób inwazyjny. Każdy tego typu zabieg powoduje urazy nerwowo-mięśniowe leczonej okolicy. Najczęściej uszkodzone zostają struktury leżące najbardziej przyśrodkowo [26].

Głębokie mięśnie grzbietu są czynnymi stabilizatorami kręgosłupa, zarówno segmentalnie, jak i na całej jego długości. W konsekwencji, zanik mięśni w poszczególnych segmentach może nie tylko spowodować utratę dynamiki i niestabilność odcinkową, ale również może prowadzić do zmiany funkcji w całej kolumnie kręgosłupa [27].

Mięśniem przykręgosłupowym zlokalizowanym najbardziej przyśrodkowo jest mięsień wielodzielny. Zwiększają one sztywność segmentową i zapewniając stabilność kręgosłupa [28,29]. Są unerwione przez gałęzie przyśrodkowe [30,31]. Z tego powodu, podczas mało-inwazyjnego leczenia dolegliwości bólowych lędźwiowego odcinka kręgosłupa np. zabiegami neurotomii, odnerwiony zostaje również mięsień wielodzielny co prowadzi do jego atrofii [32,33].

W dostępnym piśmiennictwie podkreślane są także lepkosprężyste właściwości głębokich mięśni grzbietu, które działając synergistycznie z powięziami, zmieniają ciśnienie w kostno-włóknistym kompleksie, w którego skład wchodzi łuki kręgow, wyrostki żebrowe, wyrostki kolczyste i powięź piersiowo-lędźwiowa, zapewniając w ten sposób stabilność kręgosłupa [34]. Powięź piersiowo-lędźwiowa, otaczając głębokie i powierzchowne mięśnie grzbietu i jednocześnie posiadając połączenie z mięśniami tworzącymi ścianę brzucha, tworzy zwartą strukturę w dolnej części tułowia, co ma istotny wpływ na stabilizację lędźwiowo-krzyżowego odcinka kręgosłupa [35].

supply, i.e. facet joints, deep muscles of the back, posterior longitudinal ligament, intervertebral disks, ligaments of vertebral arches and skin of the back.

Facet joints are the basic biomechanical units of the spine. They form part of a 'complex of three connections' consisting of two facet joints at a given level and an intervertebral disc. This functional connection passively stabilises the spine and limits movement along all the three planes. Due to the position of articular surfaces of superior and inferior articular processes, stabilisation is specific for each level [25]. In addition to their stabilising function, facet joints transfer loads in the standing position. Anatomical studies indicate that facet joints weaken with age and the orientation of their articular surfaces changes towards the sagittal plane. This position increases the risk of rotational damage.

Conditions of the lumbar spine, i.e. degenerative disease, fractures, deformities etc., are frequently treated using invasive methods. Each procedure of this type causes neural and muscular trauma in the treated area. The structures located medially are affected most frequently [26].

Deep muscles of the back actively stabilise the spine, both at the levels of individual segments and throughout the whole spine. As a consequence, atrophy of muscles in individual segments may not only cause loss of dynamics and segmental instability but also affect the function of the entire spinal column [27].

The multifidus muscles are the most medially located of all spinal muscles. They increase segmental rigidity and ensure stability of the spine [28,29]. These muscles are supplied by the medial branches [30,31]. Consequently, during low-invasive procedures for lower back pain, e.g. neurotomy, the multifidus muscle also becomes denervated, which leads to its atrophy [32,33].

The available literature also emphasises the viscoelastic properties of deep muscles of the back, which act in synergy with fasciae and change the pressure in the osseofibrous complex consisting of vertebral arches, transverse processes, spinous processes and thoracolumbar fascia, thus ensuring spinal stability [34]. The thoracolumbar fascia, which surrounds deep and superficial muscles of the back and is also connected to the muscles forming the abdominal wall, forms a compact structure in the lower trunk, which significantly contributes to lumbosacral spinal stability [35]. Deep muscles of the back control two-thirds of all intersegmental movements in the lumbar spine [36]. This claim suggests that abnormal function of these muscles may affect overall spinal function.

Głębokie mięśnie grzbietu kontrolują $\frac{2}{3}$ ruchów między segmentowych w odcinku lędźwiowym kręgosłupa [36]. Teza ta sugeruje, że zaburzenie pracy tych mięśni może mieć negatywny wpływ na funkcję kręgosłupa.

Uszkodzenie gałęzi tylnych nerwów lędźwiowych może powodować także poważne zaburzenia propriocepcji. Propriocepcja umożliwia kontrolę zakresu ruchu, rozwijanie odpowiednich sił oraz dobieranie szybkości skurczu mięśnia. Informacje o położeniu ciała odbierane są m.in. przez mechano-wrażliwe receptory nerwowe znajdujące się w torebkach stawowych stawów międzykręgowych [37]. Jeżeli propriocepcja jest zaburzona, upośledza sprawność ruchu, co może wywoływać przeciążenia układu ruchu w trakcie lokomocji.

PODSUMOWANIE

Drażnienie włókien czuciowych w obrębie gałęzi tylnych nerwów lędźwiowych może być spowodowane patologią stawów międzykręgowych, deformacją kręgosłupa, zmianami przeciążeniowymi i pourazowymi.

Diagnostyka dolegliwości bólowych wywołanych przez gałęzie tylne nerwów rdzeniowych jest często problematyczna. Potwierdzeniem rozpoznania jest pozytywna reakcja na blokadę diagnostyczną (zmniejszenie bólu o minimum 50%) [38]. Terapia powinna być prowadzona w sposób holistyczny rozpoczynając od metod zachowawczych tj. fizjoterapii, fizykoterapii, regularnych ćwiczeń fizycznych, farmakoterapii oraz, jeżeli jest to wskazane, psychoterapii [39,40,41].

Obecnie „złotym standardem” w leczeniu tego typu bólu jest neurotomia prądem o częstotliwości radiowej. Znaczącym anatomicznym przebiegiem gałęzi tylnych nerwów rdzeniowych należy pamiętać o możliwości ich uszkodzenia podczas małoinwazyjnych zabiegów przeciwbólowych i wynikających z tego konsekwencjach, tj. odnerwienie mięśni wielodzielnych. Ruch i stabilizacja kręgosłupa lędźwiowego zależą od równowagi antagonizmu wszystkich mięśni przykręgosłupowych, więc osłabienie grupy krzyżowo-kolcowej może mieć negatywny wpływ na równowagę fizjologiczną i może powodować dalsze osłabienie odcinka lędźwiowego kręgosłupa.

Uzasadnione wydaje się kontynuowanie badań mających na celu stworzenie algorytmu przebiegu i podziału gałęzi tylnych nerwów rdzeniowych w odcinku lędźwiowym względem stałych punktów anatomicznych.

Damage to the posterior branches of lumbar nerves may also cause serious proprioceptive disorders. Proprioception enables controlling the range of motion, applying appropriate force and adjusting the speed of muscle contractures. Information on the body position is received e.g. by mechanosensitive neural receptors in the capsules of facet joints [37]. If proprioception is disturbed, it affects the motor function, which may cause overloading of the musculoskeletal system during locomotion.

CONCLUSION

Irritation of sensory fibres within posterior branches of lumbar spinal nerves may be caused by pathology of facet joints, deformity of the spine or abnormalities related to overloading or injury.

Diagnosis of pain produced by posterior branches of spinal nerves is frequently problematic. The diagnosis may be confirmed by a positive response to a diagnostic block (reduction of pain by a minimum of 50%) [38]. Therapy should be comprehensive and start from conservative methods such as physiotherapy, physical therapy, regular exercise, pharmacological therapy and, if indicated, psychotherapy [39, 40,41].

Currently, the ‘gold standard’ in the treatment of such pain is radiofrequency neurotomy. The anatomic location and course of posterior branches of spinal nerves should be borne in mind to prevent damaging them during low-invasive analgesic procedures and the resulting consequences such as denervation of the multifidus muscles. Mobility and stabilisation of the lumbar spine depend on the balance of antagonism of all spinal muscles. Therefore, weakening of the sacrospinous group may affect physiological balance and lead to further weakening of the lumbar spine.

There appear to be good grounds for continuing research aiming to develop an algorithm concerning the course and division of posterior branches of the lumbar spinal nerves relative to permanent anatomic landmarks.

PISMIENNICTWO / REFERENCES

1. Bochenek A, Reichier M, red. *Anatomia Człowieka*. t. V. Warszawa: PZWL; 2015.
2. Gilroy AM, MacPherson BR, Ross LM, red. *Atlas of Anatomy*. Stuttgart: Thieme; 2012.
3. Paulsen F, Waschke J, red. *Sobotta Atlas anatomii człowieka, ogólne pojęcie anatomiczne, Narządy ruchu*. wyd. IV. Wrocław: ElsevierUrban&Partner 2012.
4. Netter FH. *Atlas of human anatomy*. 6th edition. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2014.
5. Moore KL, Agur AM. *Essential Clinical Anatomy*. 5th edition. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins; 2015.
6. Standring S, red. *Gray's Anatomy, The Anatomical Basis of Clinical Practice*. 41th edition. Great Britain: Elsevier Limited; 2016. Chapter 45.
7. Zhou L, Schneck CD, Shao Z. The Anatomy of Dorsal Ramus Nerves and Its Implications in Lower Back Pain. *Neuroscience&Medicine* 2012; 3: 192-201.
8. Shin JK, et al. Unusual Clinical Presentations of Cervical or Lumbar Dorsal Ramus Syndrome. *Korean Journal of Spine* 2014; 11(2): 57-61.
9. Manchikanti L, et al. A critical review of the American Pain Society clinical practice guidelines for interventional techniques: Part 1. Diagnostic interventions. *Pain Physician* 2010; 13: 141-174.
10. Manchikanti L, et al. An Update of Comprehensive Evidence-Based Guidelines for Interventional Techniques in Chronic Spinal Pain. Part II: Guidance and Recommendations. *Pain Physician* 2013; 16: 49-283.
11. McCormick ZL, et al. Long-Term Function, Pain and Medication Use Outcomes of Radiofrequency Ablation for Lumbar Facet Syndrome. *International Journal of Anesthetics and Anesthesiology* 2015; 2(2): 28.
12. Bogduk N, Wilson AS, Tynan W. The human lumbar dorsal rami. *Journal of Anatomy* 1982; 134.2: 383-97.
13. Saito T, et al. Analysis of the Posterior Ramus of the Lumbar Spinal. The Structure of the Posterior Ramus of the Spinal Nerve. *Anesthesiology* 2013; 118.1: 88-94.
14. Cohen SP, Raja SN. Pathogenesis, Diagnosis, and Treatment of Lumbar Zygapophysial (Facet) Joint Pain. *Anesthesiology* 2007; 106: 591-614.
15. Saito T, et al. The medial branch of the lateral branch of the posterior ramus of the spinal nerve. *Surgical and Radiologic Anatomy* 2006; 28: 228-34.
16. Shao ZH, et al. Posterior Spinal Rami in Localization of Low Back Pain. *Chinese Journal of Surgery* 2009; 30.4: 205-6.
17. Steinke H, et al. Anatomy of the Human Thoracolumbar Rami Dorsales Nervi Spinalis. *Annals of Anatomy – Anatomischer Anzeiger* 2009; 191.4: 408-16.
18. Proietti L, et al. The impact of sagittal balance on low back pain in patients treated with zygoapophysial facet joint injection. *European Spine Journal* 2014; 23(Suppl 6): 628-33.
19. Demondion X, et al. The Posterior Lumbar Ramus: CT-Anatomic Correlation and Propositions of New Sites of Infiltration. *American Journal of Neuroradiology* 2005; 26: 706-10.
20. Paris SV. Anatomy as related to function and pain. *Orthopedic Clinics of North America* 1983; 14: 475-89.
21. Tessitore E, et al. Clinical evaluation and surgical decision making for patients with lumbar discogenic pain and facet syndrome. *European Journal of Radiology* 2015; 84.5: 765-70.
22. Pedersen HE, Blunck CF, Gardner E. The anatomy of lumbosacral posterior rami and meningeal branches of spinal nerves (sinuvertebral nerves). *Journal of Bone and Joint Surgery* 1956; 38: 377-91.
23. Suseki, K et al. Innervation of the lumbar facet joints: origins and functions. *Spine* 1997; 22: 477-85.
24. Maigne R. Thoracolumbar junction syndrome, a source of diagnostic error. *Journal of Orthopaedic Medicine* 1995; 17(3): 84-9.
25. Vasavada A. Architectural design and function of human back muscles. *Basic Science* 2010; 57-72.
26. Hu ZJ, FangXQ, Fan SW. Iatrogenic injury to the erector spinae during posterior lumbar spine surgery: underlying anatomical considerations, preventable root causes, and surgical tips and tricks. *European Journal of Orthopaedic Surgery&Traumatology* 2014; 24: 127-35.
27. Bogduk N, et al. *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum*. 3rd edition. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1997.
28. Hebert JJ, et al. The Relationship of Lumbar Multifidus Muscle Morphology to Previous, Current, and Future Low Back Pain: A 9-Year Population-Based Prospective Cohort Study. *Spine* 2014; 39(17): 1417-25.
29. Jamshidnejad S, Arjmand N. Variations in trunk muscle activities and spinal loads following posterior lumbar surgery: A combined in vivo and modeling investigation. *Clinical Biomechanics* 2015; 30.10: 1036-42.
30. Le Cara EC, et al. Morphology Versus Function: The Relationship Between Lumbar Multifidus Intramuscular Adipose Tissue and Muscle Function Among Patients With Low Back Pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2014; 95.10: 1846-52.
31. Cawley DT, Alexander M, Morris S. Multifidus innervation and muscle assessment post-spinal surgery. *European Spine Journal* 2014; 23: 320-7.
32. Dreyfuss P, et al. The Significance of Multifidus Atrophy After Successful Radiofrequency Neurotomy for Low Back Pain, *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation* 2009; 1: 719-22.
33. Haig AJ, et al. Symmetry of paraspinal muscle denervation in clinical lumbar spinal stenosis: Support for a hypothesis of posterior primary ramus stretching? *MuscleNerve* 2013; 48(2): 198-203.
34. Willard FH, et al. The thoracolumbar fascia: anatomy, function and clinical considerations. *Journal of Anatomy* 2012; 221.6: 507-36.
35. Schuenke MD, Vleeming A, Van Hoof T, et al. A description of the lumbar interfascial triangle and its relation with the lateral raphe: anatomical constituents of load transfer through the lateral margin of the thoracolumbar fascia. *Journal of Anatomy* 2012; 221: 507-36.

36. MacDonalda D, et al. Why do some patients keep hurting their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. *Pain* 2009; 142: 183-8.
37. Proietti L, et al. The impact of sagittal balance on low back pain in patients treated with zygoapophysial facet joint injection. *European Spine Journal* 2014; 23(Suppl 6): 628-33.
38. Van Kleef M, et al. Pain Originating from the Lumbar Facet Joints. *Pain Practice* 2010; 10.5: 459-69.
39. Kim SR, et al. Thoracolumbar Junction Syndrome Causing Pain around Posterior Iliac Crest: A Case Report. *Korean Journal of Family Medicine* 2013; 34: 152-5.
40. Masala S, et al. Medial branch neurotomy in low back pain. *Neuroradiology* 2012; 54: 737-44.
41. Kader D, et al. Evaluation of Perifacet Injections and Paraspinal muscle rehabilitation in Treatment of Low Back Pain. A Randomised Controlled Trial. *Ortop traumatol Rehabil* 2012; 3: 251-9.

Liczba słów/Word count: 4812

Tabele/Tables: 1

Ryciny/Figures: 4

Piśmiennictwo/References: 41

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Katarzyna Kozera

Zakład Anatomii Prawidłowej i Klinicznej, ul. Chałubińskiego 5, 02-004 Warszawa, Polska
tel: 22 629 52 83, fax: 22 629 52 83, e-mail: kkozera@wum.edu.pl

Otrzymano / Received

19.10.2015 r.

Zaakceptowano / Accepted

08.01.2016 r.