

Autonomiczny układ nerwowy w ginekologii onkologicznej

Autonomic nervous system in the oncologic gynecology

© GinPolMedProject 3 (13) 2009

Artykuł poglądowy/Review article

KAMIL ZALEWSKI, JAKUB RZEPKA, MARIUSZ BIDZIŃSKI

Klinika Nowotworów Narządów Płciowych Kobięcych, Centrum Onkologii Instytut im. Marii Skłodowskiej Curie w Warszawie

Kierownik: prof. dr hab. n. med. Mariusz Bidziński

Adres do korespondencji/Address for correspondence:

Kamil Zalewski

Klinika Nowotworów Narządów Płciowych Kobięcych

Centrum Onkologii Instytut im. Marii Skłodowskiej Curie

ul. Roentgena 5, 02-781 Warszawa, Poland

tel. +48 225462295, fax. +48 226484471, e-mail: kzalewski@coi.waw.pl

Statystyka/Statistic

Liczba słów/Word count 1908/2349

Tabele/Tables 1

Ryciny/Figures 2

Piśmiennictwo/References 19

Received: 12.06.2009

Accepted: 26.07.2009

Published: 31.08.2009

Streszczenie

Jednym z podstawowych założeń chirurgii onkologicznej jest doszczętne usunięcie masy nowotworowej. Często jest to związane z uszkodzeniem nerwowego układu autonomicznego. Wiąże się to z powikłaniami w postaci zaburzeń w pracy pęcherza moczowego, jelit, odbytnicy i upośledzeniem funkcji seksualnych. Wydaje się, że dokładne poznanie i zrozumienie anatomii układu nerwowego autonomicznego jest istotnym elementem w codziennej pracy chirurga miednicy mniejszej. Znajomość topografii struktur nerwowych powinna przyczynić się do lepszego zrozumienia funkcjonowania narządów w okresie pooperacyjnym, a także może przyczynić się do zmniejszenia liczby powikłań. W pracy przedstawiono anatomie struktur układu wegetatywnego kluczowych dla ginekologa onkologa.

Słowa kluczowe: autonomiczny układ nerwowy, splot podbrzusny dolny, chirurgia onkologiczna, anatomia topograficzna.

Summary

One of the basic principles of the oncologic surgery is a complete removal of the tumor mass. However, it is often associated with autonomic nervous system injury. In consequence, it leads to many complications including dysfunctions of the urinary bladder, intestines and rectum as well as sexual disorders. It seems that accurate recognition and understanding of the autonomic nervous system anatomy is an important component of an everyday practice of the surgeon specialized in the true pelvis region surgery. The knowledge of nerve structure topography should lead to better understanding of organ function during postoperative period as well as to decrease the number of complications. The present study describes the anatomy of the autonomic nervous system structures which are of great importance for gynecologist-oncologist.

Key words: autonomic nervous system, interior hypogastric plexus, oncologic surgery, topographic anatomy.

WSTĘP

Głównymi powikłaniami w przypadku uszkodzenia układu autonomicznego miednicy są zaburzenia w pracy pęcherza moczowego, odbytnicy, funkcji seksualnych [1,2]. W zależności od radykalności zabiegu chirurgicznego, znacznego stopnia dysfunkcja pęcherza moczowego była obserwowana u 10-32% pacjentek po usunięciu narządu rodowego [1,3]. Zaburzenia w pracy odbytnicy są równie częste, jednak wydają się być mniej problematycznymi dla pacjentek [4-6]. Uszkodzenie włókien autonomicznych może przejawiać się również w zaburzeniu unaczynienia pochwy w chwili podniecenia i możliwymi zaburzeniami odczuwania orgazmu [6,7]. Opisuje się, że przynajmniej połowa pacjentek po radykalnym usunięciu narządu rodowego przez dłuższy lub krótszy czas doświadcza przynajmniej jednego z objawów zaburzeń w funkcjonowaniu dolnego piętra układu moczowo-płciowego [8-11].

Zmiana w podejściu do leczenia chirurgicznego jaka zachodziła na przestrzeni lat, pozwoliła na zmianę parametrów służących do oceny potencjalnych korzyści z leczenia choroby nowotworowej. Ginekolog onkolog powinien stawiać sobie nie tylko za priorytet doszczędność przeprowadzonej operacji, ale także brać pod uwagę nowy czynnik - jakość życia pacjenta po leczeniu. Znajomość topografii struktur nerwowych powinna przyczynić się do lepszego zrozumienia funkcjonowania narządów we wczesnym i odległym od operacji okresie, a także może przyczynić się do zmniejszenia liczby powikłań.

Celem pracy było przybliżenie anatomii struktur układu wegetatywnego kluczowych dla chirurga ginekologa.

AUTONOMICZNY UKŁAD NERWOWY

Układ nerwowy autonomiczny jest tą częścią układu nerwowego, która zawiaduje czynnością mięśni gładkich i narządów wewnętrznych, wpływając w istotny sposób na zachowanie równowagi i stałości środowiska wewnętrznego.

Unerwienie autonomiczne miednicy z punktu widzenia czynnościowo-morfologicznego składa się z dwóch komponent: współczulnej i przywspółczulnej. Ośrodki współczulne występują w rdzeniu kręgowym, gdzie w rogach bocznych istoty szarej rdzenia tworzą jądro pośrednio-boczne. Z jądra pośrednio-bocznego wychodzą współczulne włókna przedzwojowe, które przez istotę białą rdzenia kręgowego, korzenie brzuszne i gałęzie łączące białe nerwów rdzeniowych biegną do pnia współczulnego. Tutaj kończą się tworząc jego zwoje lub kontynuują swój bieg do splotów układu autonomicznego. Część lędźwiowa pnia współczulnego leży na powierzchni bocznej kręgosłupa lędźwiowego, przysrodkowo od początków mięśnia lędźwiowego większego i do tyłu, od żyły głównej dolnej po stronie prawej, a po stronie lewej do tyłu i lekko bocznie w stosunku do aorty. Na całej długości odcinka lędźwiowego towarzyszą mu naczynia i węzły chłonne. Poni-

INTRODUCTION

The main complications caused by pelvic autonomic system damage are dysfunctions of the urinary bladder, rectum and sexual disorders [1, 2]. Depending on the grade of radicalness of the operation, 10-32% of patients after hysterectomy suffered from severe urinary bladder dysfunction [1, 3]. Rectal dysfunction is common as well; however it seems to cause fewer problems for the patients [4-6]. Autonomic fibers damage can also cause disturbances in blood flow into the vagina during the sexual arousal and in consequence may lead to orgasmic disturbances [6, 7]. According to the literature, at least a half of patients after radical hysterectomy suffer from at least one of the symptoms of the lower part of genitourinary tract dysfunction for short or long periods of time [8-11].

The surgical approach to such cases has changed during the last few years and in consequence it led to the change of the parameters evaluating the potential benefits from cancer treatment. Gynecologist-oncologist should first of all give a high priority not only to the radicalness of the operation but also to the new factor – patient's quality of life after the treatment. The knowledge of the topography of the nervous structures should lead to the better understanding of the organ function during the early and late postoperative period, as well as to decrease the number of complications.

The aim of the study was to introduce the surgeon-gynecologists to the anatomy of the autonomic nervous system structures important in their work.

AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM

Autonomic nervous system is the part of the nervous system responsible for smooth muscles and internal organs activity, substantially influencing the homeostasis of the organism.

From the functional and morphologic point of view autonomic innervation of the pelvis consists of the two components: sympathetic and parasympathetic. Autonomic centers are found in the spinal cord, where they form mediolateral nucleus in the gray matter of the posterior horn. The mediolateral nucleus gives preganglionic fibers, which runs through spinal cord white matter, anterior roots and connective white branches of the spinal nerves up to the sympathetic trunk. They end there and form ganglia or continue up to autonomic system plexuses. Lumbar part of the sympathetic trunk is located on the lateral surface of the lumbar spine, medially and posterior from the beginning of the psoas major muscle, to the right from the inferior caval vein and to the left and laterally in relation to the aorta. In the lumbar part it is accompanied by lymphatic nodes and vessels. Next, the lumbar part evolves into sacral part. Pelvic part of the sympathetic trunk (sacral ganglia) is located on the pelvic surface of the sacral bone, medially to the sacral foramina. The ganglia are connected together with interganglial branches.

żej, część lędźwiowa biegnąc ku dołowi od naczyń biodrowych wspólnych przechodzi w część krzyżową. Część miedniczna pnia współczulnego (zwoje krzyżowe) leży na powierzchni miednicznej kości krzyżowej, przyśrodkowo od otworów krzyżowych miedniczych. Poszczególne zwoje połączone są ze sobą gałęziami międzyzwojowymi.

Neurony przedzwojowe części krzyżowej układu przywspółczulnego są umiejscowione w jądrze przywspółczulnym krzyżowym (głównie S2-S4). Wchodzą do miednicy poprzez otwory krzyżowe, dalej drogą nerwów krzyżowych, przez nerwy trzewne miedniczne i sploty podbrzusne biegną w większości do splotów śródściennych (pęcherz moczowy, macica, jelito).

Splot międzykręzkowy, splot podbrzusny górny i podbrzusny dolny

Do splotów układu autonomicznego mających znaczenie w ginekologii onkologicznej należą splot międzykręzkowy, splot podbrzusny górny i podbrzusny dolny.

Splot międzykręzkowy jest biegnącym ku dołowi przedłużeniem splotu trzewnego. Rozpościera się w tkance tłuszczowej obejmującej przednią powierzchnię aorty od wysokości tętnicy kręzkowej górnej do miejsca odejścia od aorty tętnicy kręzkowej dolnej. Do istotnych splotów będących wtórnymi w stosunku do międzykręzkowego należą: splot kręzkowy dolny dochodzący z jednoimienną tętnicą do unaczynionych przez nią odcinków jelita grubego, a także splot odbytничный górny, do którego zmierzają gałęzie towarzyszące tętnicy odbytycznej górnej. Zaopatrzeniem we włókna współczulne splotu międzykręzkowego są głównie

The preganglionic neurons of the sacral part of parasympathetic system are located in the parasympathetic sacral nucleus (mainly S2-S4). They enter the pelvis through the sacral foramina and next along sacral nerves, through pelvic splanchnic nerves and hypogastric plexuses run mainly to the intrawall plexuses (of urinary bladder, uterus, intestine).

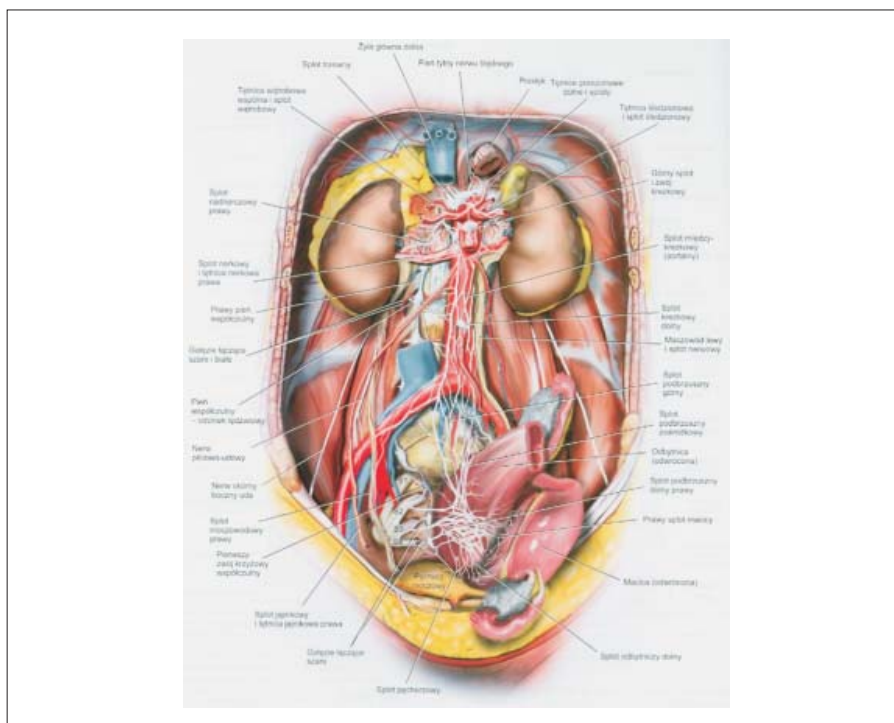
Intermesenteric plexus, superior and inferior hypogastric plexuses

Intermesenteric plexus as well as superior and inferior hypogastric plexuses are plexuses of the autonomic nervous system important in oncologic gynecology practice.

Intermesenteric plexus is an inferior extension of the visceral plexus. It is spread in the adipose tissue between the anterior surface of the aorta on the level of the upper mesenteric artery up to the place where aorta gives the lower mesenteric artery. The plexuses secondary to the intermesenteric plexus are the following: inferior mesenteric plexus, which runs with the lower mesenteric artery to the supplied parts of the large intestine, as well as superior rectal plexus which gives branches accompanying superior rectal artery. Intermesenteric plexus is supplied with sympathetic fibers mainly by lumbar splanchnic nerves and visceral plexus, while parasympathetic part comes from the vagal nerves.

Ryc. 1. Anatomia splotów międzykręzkowego, podbrzusznego górnego, podbrzusznego dolnego (wg *Atlas chirurgii ginekologicznej i anatomii miednicy*, Baggish Karam, Medipage 2009, wyd. I polskie)

Fig. 1. Autonomic and somatic innervation of lower urinary tract (based on *Multidisciplinary Management of Female Pelvic Floor Disorders*, Christopher R. Chapple et al. Churchill Livingstone, 2006, ed. 1)



nerwy trzewne lędźwiowe i splot trzewny, natomiast komponenta przywspółczulna pochodzi z nerwów błędnych.

Przedłużeniem splotu międzykręzkowego w miednicy jest **splot podbrzusny górny (splot przedaortalny)**, leżący do przodu od dolnego odcinka aorty brzusznej, lewej żyły biodrowej wspólnej, trzonu ostatniego kręgu lędźwiowego i wżórka kości krzyżowej. Poniżej dzieli się, na włókna współczulne przechodzą do miednicy, jako parzysty nerw podbrzusny.

Na poziomie powyżej trzeciego kręgu krzyżowego nerw podbrzusny biegnie powierzchownie bezpośrednio poniżej fałdu maciczno-krzyżowego otrzewnej (*uterrosacral peritoneal fold*). Poniżej nerw podbrzusny biegnie w luźnej, łącznotkankowej warstwie pod moczowodem. Płaszczyzna zawierająca nerw podbrzusny i moczowód jest wyraźnie oddzielona od płaszczyzny zawierającej pień współczulny, splot krzyżowy i/lub naczynia pośladkowe [12]. Na wysokości promontorium nerwy podbrzusne znajdują się około 1 cm od linii pośrodkowej ciała i 2 cm przyśrodkowo od każdego z moczowodów. Nerwy podbrzusne biegną w kierunku ogonowo-bocznym równoległe do moczowodu i tętnicy biodrowej wewnętrznej, osiągając splot podbrzusny dolny (SPD). Ze splotu podbrzusznego górnego odchodzą gałęzie do splotów moczowodowego, jajnikowego i biodrowego.

Pień współczulny w odcinku miedniczym oddaje gałęzie trzewne, noszące nazwę nerwów trzewnych krzyżowych, które również biegną do splotu podbrzusznego dolnego lub bezpośrednio do moczowodu lub odbytnicy.

Splot podbrzusny dolny (SPD). Najistotniejszym dla chirurga ginekologa operującego w obrębie miednicy małej wydaje się być topografia SPD. Splot autonomiczny miedniczy zwany również SPD jest romboidalną szeroką strukturą zbudowaną z tkanki nerwowej położoną na dnie miednicy mniejszej, tuż nad mięśniami dźwigaczem odbytu. W świetle ostatnich badań anatomicznych Badder'a i Herrmann'a [13] oraz Baljet'a i Drukker'a [14] należy splot ten traktować, jako homogenną strukturę, nie dzielącą się na dwa lub trzy dodatkowe poziomy, jak wcześniej było to sugerowane [15]. Jeśli nawet znajdują się tam odrębne grupy komórek wywodzące się z cewy nerwowej, odpowiedzialne za unerwienie różnych narządów [16], to nie ma danych wskazujących na możliwość rozróżnienia ich.

SPD rozciąga się po obu stronach odbytnicy, przechodząc bocznie od szyjki macicy i szczytu pochwy i rozciągając się, aż do bocznej ściany pochwy i podstawy pęcherza moczowego. W swej przedniej części obejmuje moczowód. Prawy i lewy SPD są połączone ze sobą poprzecznymi gałęziami ku tyłowi od odbytnicy przybierając kształt podkowy otwartej ku przodowi i tyłowi. SPD posiada unerwienie z trzech źródeł. Komponentę współczulną tworzą biegnące ze splotu podbrzusznego górnego włókna obydwu nerwów podbrzusnych i włókna nerwów trzewnych krzyżowych

Intermesenteric plexus in the pelvis extends into **superior hypogastric plexus (preaortic plexus)**, which is located anterior from the lower part of the abdominal aorta, left common iliac vein, the last lumbar vertebra body and the sacral prominence. Below, it divides and sympathetic fibers run into the pelvis as a paired hypogastric nerve.

On the level of the third sacral vertebra the hypogastric nerve runs superficially, directly below the uterosacral peritoneal fold. Below, the hypogastric nerve travels in a loose, connective tissue localized under the ureter. The plane containing the hypogastric nerve is clearly separated from the plane containing sympathetic trunk, sacral plexus and/or gluteal blood vessels [12]. At the level of promontorium the hypogastric nerves are localized approximately 1 cm from the midline and 2 cm medially from each ureter. The hypogastric nerves course towards caudolateral direction parallel to the ureter and the internal iliac artery and finally reach the inferior hypogastric plexus (IHP). The superior hypogastric plexus is a source of branches to ureteric, ovarian and iliac plexuses.

The sympathetic trunk in its pelvic part gives visceral branches called sacral splanchnic nerves, which course towards inferior hypogastric plexus or directly to the ureters or the rectum.

Inferior hypogastric plexus (IHP). Topography of the inferior hypogastric plexus (IHP) seems to be one of the most important issues in gynecologic surgery within the area of the true pelvis. IHP is a rhomboid, wide structure composed of nervous tissue which is located on the bottom of the true pelvis, over the elevator muscle of anus. According to the latest anatomic studies performed by Baader and Herrmann [13] and Baljet and Drukker [14] the plexus should be considered as homogenous structure which is not divided into two or three levels as was suggested previously [15]. Even if the plexus contains a few separate groups of cells derived from the neural tube that are responsible for the innervation of various organs [16] there is no data showing the possibility of distinguishing between them.

IHP extends on the both sides of the rectum, laterally from uterine cervix and fornix of the vagina down to lateral vaginal wall and the base of the bladder. The anterior part of the plexus covers ureter. Right and left IHPs are connected together with some crosswise branches behind the rectum taking the form of horseshoe, open at the front and back. IHP is innervated by the three sources. Sympathetic component consists of both hypogastric nerves fibers running from the upper hypogastric plexus as well as sacral splanchnic nerves fibers running from sacral sympathetic ganglia (S1-S2). Parasympathetic innervation of IHP comes from sacral parasympathetic nucleus (SPN). Axons run through visceral nerve roots, spinal nerves (mainly S3-S4) and their visceral branches. They reach hypogastric plexus as pelvic splanchnic nerves.

W pracach opisujących topografię SPD można znaleźć informację wskazującą, że w dużej części jest on przecinany przez jedno z naczyń krwionośnych. O ile naczynia biodrowe biegną zawsze bocznie, w stosunku do SPD, to w sekcyjnym materiale Baadera i Hermanna w 33% był on przecinany przez tętnicę pęcherzową dolną (*inferior vesical artery*), w 23% tętnicę środkową odbytnicy (*middle rectal artery*), a w 6% przypadków przez tętnicę pęcherzową górną. W 45% tętnica maciczna penetrowała SPD blisko miejsca swojego przecięcia z moczowodem [13].

Do jego spłotów wtórnych należą spłoty: odbytnicze środkowy i dolny, spłot pęcherzowy oraz spłot maciczno-pochwowy. Spłoty odbytnicze, środkowy i dolny, które wraz z spłotem odbytniczym górnym odchodzącym od spłotu kręzkowego dolnego, swoimi włóknami współczulnymi hamują czynność mięśniówki opróżniającej odbytnicę, a pobudzają działanie mięśnia zwieracza odbytu wewnętrznego, natomiast włóknami przywspółczulnymi wywierają przeciwstawne działanie. Spłot pęcherzowy odchodzi od przedniej części spłotu podbrzusznego dolnego oddając nerwy pęcherzowe górne i dolne, a także liczne gałązki łączące go ze spłotem maciczno-pochwowym. Unerwiają one współczulnie górną część i dno pęcherza, moczowody w ich dolnej części, mięsień zwieracz pęcherza. Spłot pęcherzowy zawiera również włókna przywspółczulne, rozluźniające mięsień zwieracz pęcherza i kurczące mięsień wypieracz mocz. Spłot maciczno-pochwowy leży w przymaciczu często tworząc tam duży zwój szyjki macicy.

Unerwienie pęcherza moczowego

Istnieją doniesienia, wskazujące, że włókna unerwiające pęcherz moczowy docierają do niego ze wszystkich stron [15]. Można również znaleźć prace, sugerujące, że jedynymi włóknami nerwowymi, jakie osiągają pęcherz moczowy, są biegnące wzdłuż moczowodów [17].

Najbardziej prawdopodobne wydaje się jednak, że pęcherz otrzymuje unerwienie autonomiczne dzięki włóknom biegnącym bezpośrednio z bocznej, dolnej i tylnej części spłotu podbrzusznego dolnego, podobnie jak drogą pośrednią -włókien biegnących wzdłuż moczowodów i tętnicy pęcherzowej dolnej [13].

W materiale Baader'a i Herrmann'a w 77% włókna autonomiczne biegły w pobliżu moczowodu. Jednak, jedynie w paru przypadkach biegły bezpośrednio z moczowodem od jego proksymalnego odcinka przez jamę brzuszną i miednicę. W większości przypadków moczowód i włókna autonomiczne zstępowały równolegle w kierunku pęcherza moczowego, a tuż przed miejscem, gdzie moczowód osiąga pęcherz moczowy (okolica cieśni macicy) włókna z SPD dołączały się do moczowodu. Pęcherz moczowy w blisko 80% przypadków otrzymywał unerwienie ze SPD. W większości przypadków włókna biegły do pęcherza moczowego z boku, dołu i tyłu, w taki sposób, że włókna SPD były

The studies describing IHP topography show that in vast majority of cases the plexus is crossed by one of the blood vessels. As long as the blood vessels are always positioned lateral to the IHP in the autopsy data gained by Baader and Herrmann in 33% of cases IHP was penetrated by the inferior vesical artery, in 23% of cases by middle rectal artery and in 6% of cases by superior vesical artery. In 45% of cases uterine artery penetrated the IHP close to the place where it crossed the ureter [13].

The secondary plexuses of IHP are the following: rectal middle and inferior, vesical plexus and uterovaginal plexus. Sympathetic fibers of rectal middle and inferior plexuses, together with superior rectal plexus running from inferior mesenteric plexus, inhibit the activity of muscles emptying the rectum and stimulate the activity of external anal sphincter. On the other hand, parasympathetic fibers of the plexuses exert the opposite activity. Vesical plexus course from the anterior part of IHP giving vesical nerves – inferior and superior, as well as numerous branches connecting it with the uterovaginal plexus. They sympathetically innervate upper part and the fundus of the urinary bladder, lower part of the ureters and sphincter muscle of the urinary bladder. Moreover, vesical plexus contains parasympathetic fibers which relax sphincter muscle of the urinary bladder and contract detrusor muscle. Uterovaginal plexus is localized in the parametrium, often forming a large uterine cervix plexus.

Urinary bladder innervation

There are studies demonstrating that fibers innervating urinary bladder reach it from all over [15]. Other authors suggest that the only fibers reaching the urinary bladder are those parallel to ureters [17].

However, the most probable hypothesis is that the bladder is autonomically innervated by the fibers running directly from the lateral, inferior and posterior part of IHP or, similarly, indirectly within the fibers traveling along ureters and inferior vesical artery [13].

In the material gained by Baader and Herrmann, autonomic fibers coursed in close proximity of the ureter. However, in a few cases only they coursed directly alongside the ureter from its proximal part within the abdomen and into the pelvis. In the majority of cases the ureter and autonomic fibers descended parallel in the direction of urinary bladder and just before the ureter entered the urinary bladder (near the isthmus of the uterus) the IHP fibers joined the ureter. In almost 80% of cases the urinary bladder was innervated by the IHP. In the most of cases, the fibers coursed into the urinary bladder from a lateral, inferior and posterior direction in such a way that IHP fibers were found lateral to the neck of the bladder and along the inferior vesical artery and ureter. The anterior surface of the urinary bladder was free of autonomic innervation [13].

znajdowane bocznie w stosunku do szyi pęcherza moczowego i wzdłuż tętnicy pęcherzowej dolnej i moczowodu. Przednia powierzchnia pęcherza moczowego była wolna od unerwienia autonomicznego [13].

Unerwienie przywspółczulne zaopatruje mięsień wypieracz mocz, a tym samym odpowiada za jego skurcz i oddawanie moczu. Odpowiada również za rozkurcz mięśnia zwieracza pęcherza. Przypuszcza się, że jest również odpowiedzialne za rytmiczne skurcze występujące podczas osiągania orgazmu. Współczulne unerwienie powoduje skurcz mięśnia zwieracza pęcherza, a tym samym zatrzymanie moczu.

Unerwienie odbytnicy

Unerwienie odbytnicy jest niejako zbliżone do podwójnego unerwienia pęcherza moczowego. Istnieją prace wskazujące na unerwienie włóknami biegnącymi z SPD wzdłuż tętnicy odbytniczej środkowej [18], włóknami nerwowymi biegnącymi bezpośrednio z SPD [19], a także wskazujące na te dwie drogi, jako współistniejące. Włókna z przedniej części splotu unerwiają dolną część odbytnicy, z tylnej części SPD górną część odbytnicy. Dodatkowo, włókna towarzyszące tętnicy odbytniczej środkowej po jej przejściu przez SPD zaopatrywały nerwowo odbytnicę [13]. Z punktu widzenia chirurga, istotną może być informacja, że włókna nerwowe docierają głównie do bocznej powierzchni odbytnicy, prawie nigdy do jej tylnej ściany.

Unerwienie narządów płciowych

Większość włókien opuszczających środkowo-przednią część SPD unerwia macicę biegnąc do jej bocznej powierzchni. Dodatkowe unerwienie może pochodzić od włókien biegnących wzdłuż tętnicy macicznej lub włókien opuszczających moczowód w miejscu jego przecięcia z tętnicą maciczną. Górna trzecia część

Parasympathetic innervation supplies the detrusor muscle and, in the process, is responsible for the contraction of the muscle and urination. Parasympathetic system is also responsible for relaxation of the sphincter muscle of the urinary bladder. It is supposed that it could be also responsible for rhythmical contractions appearing during the orgasm. Sympathetic innervation causes the contraction of the sphincter muscle of the urinary bladder and, in the same time, urinary retention.

Rectum innervation

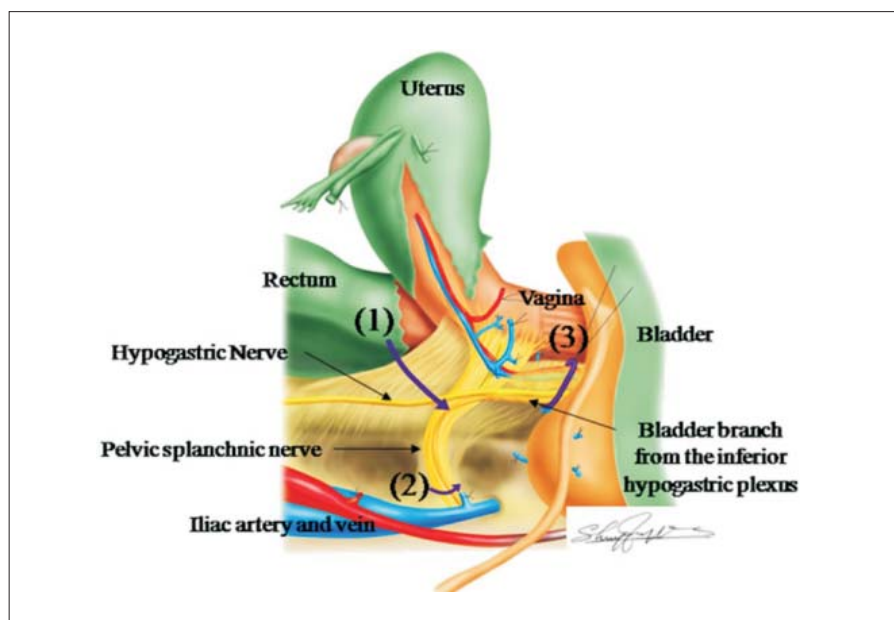
Rectum innervation is so to speak similar to double innervation of the urinary bladder. There are some studies demonstrating that the rectum is innervated by the fibers traveling from IHP along the middle rectal artery [18], or the fibers coursing directly from IHP [19], as well as studies showing coexistence of both ways of innervation. The branches coming from the anterior part of the plexus innervate lower part of the rectum; on the other hand, those from the posterior part of IHP innervate upper part of the rectum. In addition, the fibers accompanying middle rectal artery after its penetration of the IHP provide innervation to the rectum [13]. Of surgical importance is the fact, that the fibers reach rectum on its lateral surface, but almost never on its posterior wall.

Sexual organs innervation

Most of fibers leaving middle-anterior part of IHP innervate uterus on its lateral surface. Additional supply of nerves may come from fibers running along uterine artery as well as from fibers leaving the ureter in the position where it crosses the uterine artery. The upper third of the lateral wall of the vagina may be also innervated by the branches of IHP coming to the uterus.

Ryc. 3. Miejsca narażone na uszkodzenia unerwienia miednicy podczas radykalnej histerektomii (wg S. Fujii et al. *Gynecologic Oncology* 2007;107: 4–13)

Fig. 3. Structures exposed to pelvic innervation injury during the radical hysterectomy (based on S. Fujii et al. *Gynecologic Oncology* 2007;107: 4–13)



bocznych ścian pochwy może być również unerwiona przez gałęzie SPD biegnące do macicy.

Unerwienie przywspółczulne odpowiedzialne jest za wzrost ukrwienia pochwy i sromu, czego konsekwencją jest wzrost wydzielania śluzu i nabrzmienie warg sromowych i lechtaczki.

Oprócz unerwienia narządów miednicy opisanych powyżej, SPD odpowiada za wzwód. Stymulacja nerwowa powodująca wzwód jest przesyłana nerwami jamistymi, co powoduje wzrost ukrwienia i przepływu w naczyniach zaopatrujących tkankę jamistą lechtaczki. Wydaje się, że inaczej niż uważano przez długi czas, nerwy jamiste nie odchodzą od końcowych gałęzi spłotu pochwowego [20], ale od najniższej położonej części SPD i przechodzą przez przeponę moczowo-płciową wzdłuż naczyń, tworząc razem strukturę określaną jako „pęczek naczyniowonerwowy” (*neurovascular bundle*). Dzięki dokładnej znajomości anatomii topograficznej spłotu podbrzusznego dolnego (SPD), możemy wskazać miejsca potencjalnie narażone na jatrogenne uszkodzenia w trakcie zabiegów operacyjnych (ryc. 3.) Są to najczę-

The parasympathetic innervation is responsible for the increase of blood supply to the vagina and the vulva, and in consequence causes the increase of mucus secretion and swelling of the labia and the clitoris.

Apart from innervation of the organs described above, IHP is responsible for the erection. The nervous stimulus for erection is provided by the cavernous nerves, which induce increase in blood flow in the blood vessels that supply erectile tissue of the clitoris. It appears that on the contrary to the previous thoughts, the cavernous nerves do not course from the final branches of the vaginal plexus [20] but from the most inferior part of IHP and pass through the urogenital diaphragm along vessels, forming the combined structure named “neurovascular bundle”. Knowing the precise topographic anatomy of the inferior hypogastric plexus (IHP) we are able to indicate the structures potentially exposed to iatrogenic injury during the surgery (Fig. 3). Most often injured structures are: hypogastric nerve, pelvic splanchnic nerve and fibers traveling to the urine bladder from the IHP. During

Tab. 1. Konsekwencje i miejsca potencjalnego uszkodzenia układu autonomicznego miednicy podczas radykalnej histerektomii z limfadenektomią miedniczną i okołoaortalną (wg Hockel M et al. *Total mesometrial resection: High resolution nerve-sparing radical hysterectomy based on developmentally defined surgical anatomy, Int J Gynecol Cancer 2003; 13:791–803*)

Procedura chirurgiczna	Uszkodzenie układu autonomicznego	Patologia
Limfadenektomia okołoaortalna	Nerwy trzewne lędźwiowe	Nietrzymanie moczu Nadmierne oddawanie gazów
Limfadenektomia okolicy krzyżowej kręgosłupa	Splot podbrzusny górny	Nietrzymanie stolca
Resekcja więzadła odbytniczomacicznego	Nerwy podbrzusne	
Rozdzielanie więzadła maciczno-krzyżowego i podstawowego	Proksymalna część spłotu podbrzusznego dolnego	Zatrzymanie moczu Nie odczuwanie wypełnienia pęcherza Zaburzenia w funkcjonowaniu seksualnym
Dystalna część spłotu odbrzusznego dolnego Przecięcie więzadeł łonowszyjkowych	Dystalna część spłotu odbrzusznego dolnego	Zaparcia

Tab. 1. Consequences and localization of the potential injury of the autonomic system in the pelvic autonomic system during the radical hysterectomy with pelvic and paraaortic lymphadenectomy (based on Hockel M et al. *Total mesometrial resection: High resolution nerve-sparing radical hysterectomy based on developmentally defined surgical anatomy, Int J Gynecol Cancer 2003;13:791–803*)

Surgical procedure	Autonomic nervous system lesion	Disorder
Paraaortic lymphadenectomy	Lumbar splanchnic nerves	Urinary incontinence
Sacral lymphadenectomy	Superior hypogastric plexus	Excessive intestinal gases
Rectouterine ligament excision	Hypogastric nerves	Fecal incontinence
Uterosacral and cardinal ligaments dissection	Proximal part of the inferior hypogastric plexus	Urinary retention Lack of feeling the overflow of the urinary bladder Sexual disorders
Distal part of the inferior hypogastric plexus Pubocervical ligament incision	Distal part of the inferior hypogastric plexus	Constipation

ściej nerw podbrzuszy, trzewny miedniczny i włókna nerwowe biegnące do pęcherza moczowego z SPD. Podczas radykalnej histerektomii, gdy chirurg rozdziela wiązadło krzyżowo-maciczne i odbytowo-pochwowe często uszkodzany lub przecinany jest nerw podbrzuszy (1), gdy oddziela żyłę głęboką macicy w wiązadło podstawowym może uszkodzić nerw trzewny miedniczny (2), a gałąź pęcherzowa ze splotu podbrzusznego dolnego może zostać przecięta, gdy operator podwiązuje i rozdziela naczynia krwionośne pochwy (przypochwie) (3) (ryc.3.).

Znajomość konsekwencji wynikających z uszkodzenia tych struktur pozwala na lepsze zrozumienie dolegliwości pojawiających się we wczesnym i odległym okresie pooperacyjnym.

Procedury chirurgiczne oraz konsekwencje i miejsca potencjalnego uszkodzenia układu autonomicznego miednicy podczas radykalnej histerektomii z limfadenektomią miedniczną i okołoaortalną przedstawia tabela 1.

radical hysterectomy, during dissection of uterosacral and rectovaginal ligaments, hypogastric nerve (1) is often injured or cut, during dissection of profound uterine vein from the cardinal ligament pelvic splanchnic nerve could be injured (2), while vesical branch of the IHP could be cut during ligation and dissection of vaginal blood vessels (3) (Fig. 3).

The knowledge of the consequences of the above structures injury leads to better understanding of the patients' ailments appearing in the early and late post-operative period.

Surgical procedures as well as the consequences and localization of the potential injury of the autonomic system in the pelvic autonomic system during the radical hysterectomy with pelvic and paraaortic lymphadenectomy are shown in the table 1.

Piśmiennictwo / References:

1. **Samlal RAK, van der Velden J, Ketting BW et al.** Disease-free interval and recurrence pattern after the Okabayashi variant of Wertheim's radical hysterectomy for stage Ib and IIa cervical carcinoma. *Int J Gynecol Cancer* 1996;6:120-7.
2. **Bergmark K, Avall-Lundqvist E, Dickman PW et al.** Vaginal changes and sexuality in women with a history of cervical cancer. *New Engl J Med* 1999;340:1383-9.
3. **Trimbos JB, Adema B, Peters AA et al.** Morbidity and results of 100 radical hysterectomies performed in an oncology center. *Ned Tijdschr Geneesk* 1992;136:323-7.
4. **Fotiou S, Tserkezoglou A, Hatzieleftheriou G et al.** Class III vs class II radical hysterectomy in stage IB cervical carcinoma: a comparison of morbidity and survival. *Int J Gynecol Cancer* 1997; 7:117-21.
5. **Barnes W, Waggoner S, Delgado G et al.** Manometric characterization of rectal dysfunction following radical hysterectomy. *Gynecol Oncol* 1991;42:116-9.
6. **Brindley GS.** The action of parasympathetic and sympathetic nerves in human micturition, erection and seminal emission, and their restoration in paraplegic patients by implanted electrical stimulators. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 1988; B235:111-20.
7. **Levin RJ.** The physiology of female sexual function in women. *Clin Obstet Gynecol* 1980;7:213-52.
8. **Kadar N, Saliba N, Nelson JH.** The frequency, causes and prevention of severe urinary dysfunction after radical hysterectomy. *Br J Obstet Gynaecol* 1983; 90: 858-63.
9. **Ralph G, Winter R, Michelitsch L et al.** Radicality of parametrial resection and dysfunction of the lower urinary tract after radical hysterectomy. *Eur J Gynaecol Oncol* 1991;12:27-30.
10. **Barton DP, Butler-Manuel SA, Buttery LD et al.** A nerve-sparing radical hysterectomy: guidelines and feasibility in Western patients. *Int J Gynecol Cancer* 2002;12:319.
11. **Mitchel S, Hoffman MS, Richard RJ et al.** Intraoperative measurements to determine the extent of radical hysterectomy. *Gynecol Oncol* 2002;87:281-6.
12. **Tamakawa M, Murakami G, Takashima K I et al.** Fascial structures and autonomic nerves in the female pelvis: a study using macroscopic slices and their corresponding histology. *Anat Sci Int* 2003;78:228-42.
13. **Baader B, Herrmann M.** Topography of the Pelvic Autonomic Nervous System and its Potential Impact on Surgical Intervention in the Pelvis. *Clinical Anatomy* 2003; 16:119-130.
14. **Baljet B, Drukker J.** Some aspects of the innervation of the abdominal and pelvic organs in the human female fetus. *Acta Anat* 1981; 111:222-230.
15. **Ashley FL, Anson BJ.** The pelvic autonomic nerves in the male. *Surg Gynecol Obstet* 1946; 82:598-608.
16. **Kuntz A.** Origin and early development of the pelvic neural plexuses. *J Comp Neurol* 1952; 96:345-357.
17. **Fritsch H.** Topography of the pelvic autonomic nerves in human fetuses between 21-29 weeks of gestation. *Anat Embryol* 1989; 180:57-64.
18. **Long DM, Bernstein WC.** Sexual dysfunction as a complication of abdominoperineal resection of the rectum in the male: an anatomic and physiologic study. *Dis Colon Rectum* 1959; 2:540-548.
19. **Testut L.** Traite' D'Anatomie Humaine. *Doin* 1911; 276-282.