



© J ORTHOP TRAUMA SURG REL RES 4 (20) 2010
Original article/Artykuł oryginalny

Kyphotic deformities as a result of laminectomy – results of surgical treatment

Deformacje kifotyczne kręgosłupa, jako efekt przebytej laminektomii – wyniki korekcyjnego leczenia operacyjnego

TOMASZ POTACZEK¹, MACIEJ TĘSIOROWSKI¹, BARBARA JASIEWICZ¹, DANIEL ZARZYCKI¹, JOANNA LASOTA¹, STANISŁAW MAZURKIEWICZ², MAREK KULIG²

¹ Klinika Ortopedii i Rehabilitacji, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum
Kierownik Kliniki: prof. zw. dr hab. med. Daniel Zarzycki

² Katedra Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki, Instytut Mechaniki Stosowanej,
Wydział Mechaniczny Politechniki Krakowskiej, Kraków

Address for correspondence/Adres do korespondencji:

Klinika Ortopedii i Rehabilitacji, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum
ul. Balzera 15, 34-500 Zakopane
tel. +48 18 2014297; e-mail: sekretariat@klinika.net.pl

Statistic/Statystyka

Word count/Liczba słów	966/901
Tables/Tabele	3
Figures/Ryciny	3
References/Piśmiennictwo	14

Received: 03.08.2010

Accepted: 15.09.2010

Published: 13.10.2010

Pracę wykonano w ramach projektu
badawczego NN518412936
Umowa nr 4129/B/TO2/2009/36
Kierownik Projektu Badawczego
doc. dr hab. Maciej Tęsiorowski

Summary

Introduction. Resection of tumours of the spinal canal performing laminectomy may lead to deformities in the sagittal plane. These deformities require surgical treatment in order to restore the normal sagittal profile.

Aim of paper. This paper presents patients with a kyphotic spine deformity resulting from a laminectomy performed for tumour resection and the results of surgical treatment aiming to restore the normal sagittal balance. Authors basing on the literature and own observations identify the risk factors of deformity development.

Material. Material consists of 5 patients, 3 women and 2 men, who underwent a resection of tumours of the spinal canal via laminectomy and who developed pathological kyphosis that required surgical treatment.

Methods. We evaluated: age at initial surgery, type of resected pathology, extent of laminectomy, need of radiotherapy, onset and progression of deformity, sagittal balance, and concomitant spinal deformities type of surgery restoring normal spine profile.

Results. The initial surgery in cases was performed under the age of 10 years. One female patient apart a kyphotic deformity of the cervico-thoracic junction had also scoliosis. In 3 cases the resected tumour was astrocytoma, in one osteoblastoma and in one a subdural cyst. The extent of laminectomy ranged from 2 to 5 levels. The location of laminectomy was cervico-thoracic junction in 2 patients, thoraco-lumbar junction in 1 patient and thoracic region in two patients. Radiotherapy was applied in 4 cases. The progression of the deformity was observed during growth spurt and ranged from 72° to 155°. Surgery for kyphosis correction was performed between the age 12 to 25 years. The final kyphosis angle ranged from 20° to 86°. No intraoperative complications were noted. In one case a loss of fixation in the lower end of the fusion was observed, a reoperation was required. The follow-up period after kyphosis correction ranged from 1 to 9 years.

Conclusion. Laminectomy may lead to a pathologic kyphosis; the magnitude depends on several factors like age at surgery or extent of laminectomy. It is essential to control patients with risk factors and in cases of development of kyphosis surgical means are successful in achieving good sagittal balance.

Key words: resection of tumours, spine

Streszczenie

Wstęp. Resekcja guzów wewnątrzkanalowych na drodze laminektomii może prowadzić do deformacji kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej. Deformacje te wymagają leczenia operacyjnego celem odtworzenia prawidłowych krzywizn kręgosłupa.

Cel pracy. Praca ma na celu przedstawienie chorych z kifotyczną deformacją kręgosłupa będącą następstwem resekcji guzów wewnątrzkanalowych na drodze laminektomii oraz wyniki leczenia

operacyjnego odtwarzającego prawidłowy balans kręgosłupa. Autorzy na podstawie literatury oraz własnych obserwacji określają czynniki ryzyka powstania deformacji.

Material. Materiał stanowi 5 chorych: 3 kobiety, 2 mężczyzn po resekcji zmian wewnątrzkanałowych, u których obserwowano patologiczną kifozę wymagającą leczenia operacyjnego.

Metodyka. Oceniano: wiek w chwili pierwotnej operacji, rodzaj resekowanej zmiany, rozległość laminectomii, stosowanie radioterapii, pojawienie się i progresję patologicznej kifozy, balans kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej, towarzyszące deformacje kręgosłupa oraz zastosowane leczenie odtwarzające prawidłowy profil kręgosłupa.

Wyniki. Pierwotne zabiegi wykonane były u wszystkich chorych poniżej 10 roku życia. U jednej chorej pierwotnie występowała patologiczna kifoza przejścia szyjno-piersiowego oraz skolioza. U 3 chorych resekowanym guzem był astrocytoma, u 1 – osteoblastoma i u 1 torbiel podtwardówkowa rdzenia. Rozległość wykonanej laminectomii wyniosła od 2 do 5 poziomów. Wykonano ją u 2 chorych na wysokości przejścia szyjno-piersiowo, u 1 chorej na wysokości przejścia piersiowo-lędźwiowego i u 2 chorych w odcinku piersiowym. Radioterapię zastosowano u 4 chorych. Progresja deformacji obserwowana była w okresie dojrzwania kostnego, osiągnęła ona wartości kątowe od 72° do 155°. Operacyjna korekcja kifozy wykonana została w wieku od 12 do 25 lat. Ostatecznie wartości kifozy wyniosły od 20° do 86°. Nie obserwowano powikłań śródoperacyjnych. W 1 przypadku doszło do destabilizacji dolnego bieguna instrumentarium, co wymagało reoperacji. Okres obserwacji po zabiegu korekcji kifozy wyniósł od 1 roku do 9 lat.

Wnioski. Zabiegi laminectomii mogą prowadzić do patologicznej kifozy, jej wielkość zależy od różnych czynników jak wiek chorych czy rozległość laminectomii. Niezbędne jest obserwowanie chorych z grup wysokiego ryzyka, a w przypadku pojawienia się deformacji skuteczne są zabiegi odtwarzające prawidłowy profil strzałkowy kręgosłupa.

Słowa kluczowe: resekcja guzów, kręgosłup

INTRODUCTION

Laminectomy is a method of choice in certain diseases, especially in the treatment of spinal tumours like astrocytoma that present about 90% of spinal tumours in the paediatric population. The most typical location of these tumours is the cervico-thoracic and the upper part of the thoracic spine. It is well established that laminectomy violates the posterior stabilization of the spine, what leads in the growing population, to a perturbation of further growth in the sagittal plane. Therefore currently it is a wide practice to perform internal fixation after laminectomy for intraspinal tumour resection. But still there still remains a group of patients who developed pathologic kyphosis and that require surgery for restoring physiological sagittal balance.

AIM OF PAPER

Aim of paper is to present patients with kyphotic spine deformity resulting from laminectomy performed due to intraspinal anomalies and surgical treatment aimed to restore sagittal profile. Authors basing on the literature and own observations identify the risk factors of deformity development and the tactics of surgical treatment.

MATERIAL

Material consists of 5 patients, 3 women and 2 men, who underwent a resection of tumours of the spinal canal via laminectomy and who developed pathological kyphosis that required surgical treatment.

WSTĘP

Laminectomia jest zabiegiem z wyboru w wielu procesach chorobowych, zwłaszcza w przypadkach usuwania guzów rdzenia kręgowego jak na przykład, gwiaździaki, które to u dzieci stanowią do 90% wszystkich guzów wewnątrzrdzeniowych. Ich najczęstsza lokalizacja to przejście szyjno-piersiowe oraz górny odcinek kręgosłupa piersiowego. Znanym faktem jest, że laminectomia narusza tylną stabilizację kręgosłupa, co w populacji chorych rosnących prowadzi do nieprawidłowego dalszego wzrostu i powstawania deformacji w płaszczyźnie strzałkowej. Stąd aktualnie szeroko rozpowszechnione stosowanie stabilizacji wewnętrznej równocześnie z usuwaniem zmian nowotworowych na drodze laminectomii. Jednak nadal pozostaje grupa chorych, u której rozwinęła się patologiczna kifoza i wymaga ona leczenia operacyjnego mającego na celu odtworzenia prawidłowych, fizjologicznych krzywizn kręgosłupa.

CEL PRACY

Praca ma na celu przedstawienie chorych z kifozyzną deformacją kręgosłupa będącą następstwem resekcji guzów wewnątrzkanałowych na drodze laminectomii oraz zaprezentowanie wyników leczenia operacyjnego odtwarzającego prawidłowy balans kręgosłupa. Na podstawie własnego materiału oraz literatury autorzy przedstawiają czynniki ryzyka powstawania deformacji oraz taktykę postępowania operacyjnego.

MATERIAŁ

Materiał stanowi 5 chorych: 3 kobiety, 2 mężczyzn po resekcji guzów wewnątrzkanałowych, u których obserwowano patologiczną kifozę wymagającą leczenia operacyjnego.

METHODS

Following data was evaluated: age at initial surgery, type of resected pathology, location of the pathology, extent of laminectomy, need of complimentary radiotherapy, onset and progression of deformity, sagittal balance, and concomitant spinal deformities type of surgery restoring normal spine profile, magnitude of deformity pre- and postoperatively..

RESULTS

The initial surgery in cases was performed under the age of 10 years. The demographic data are presented in table 1. The resected tumours were usually astrocytoma – 3 cases, of which 2 were located in the cervico-thoracic junction, one in the thoracic spine. In one female patient the excised pathology was a subdural cyst in the thoraco-lumbar junction, in one patient – osteoblastoma in the thoracic spine. Laminectomy was performed usually on three levels. The initial magnitude of kyphosis preoperatively was 94° ($72^\circ - 122^\circ$). The deformities were very rigid, the mean correction on stress, extension radiograms was 18.9%. Detailed data are presented in table 2. Mean age at surgery was 18.5 years (12 – 25 years).

METODYKA

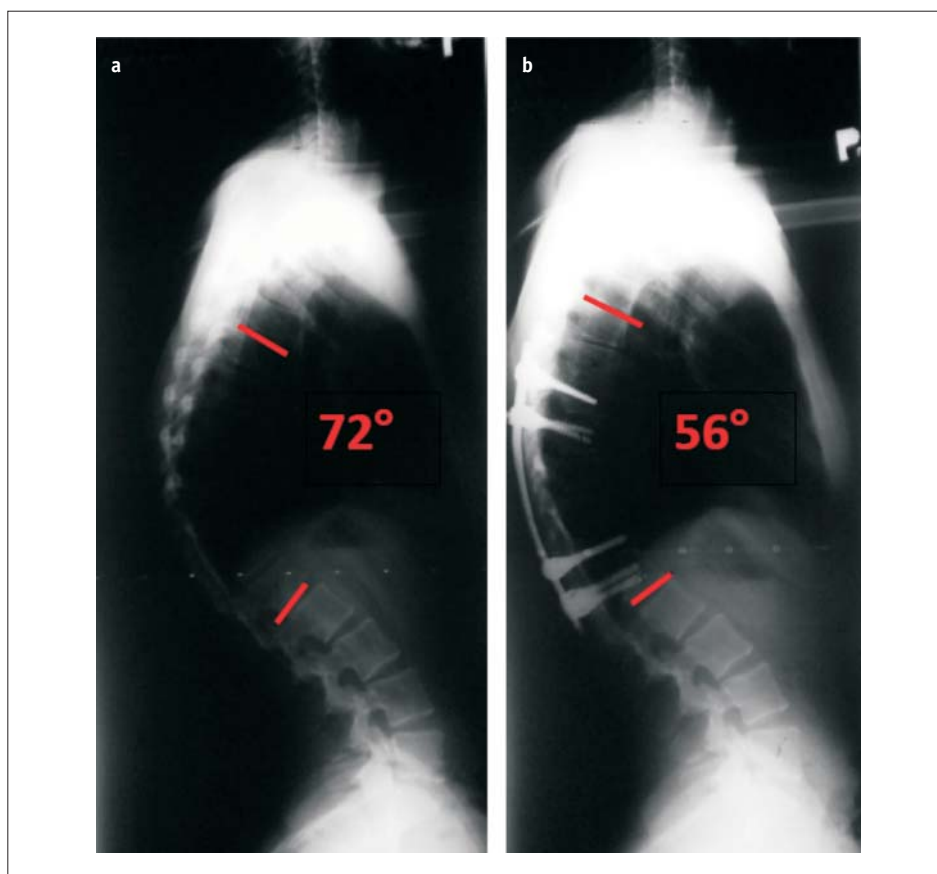
Oceniano następujące dane: wiek w chwili pierwotnej operacji, rodzaj resekowanego guza, lokalizację guza, rozległość laminektomii, stosowanie uzupełniające radioterapii, moment pojawienia się patologicznej kifozy i jej powiększanie się z czasem, towarzyszące deformacje kręgosłupa, rodzaj zastosowanego leczenia operacyjnego, wielkość deformacji przed i po leczeniu operacyjnym, balans kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej przed i po leczeniu operacyjnym.

WYNIKI

Pierwotne zabiegi wykonane były u wszystkich chorych poniżej 10 roku życia. Dane dotyczące wieku pojawienia się deformacji oraz wieku operacji korekcyjnej przedstawia tabela 1. Resekowane guzy to najczęściej gwiaździak – u 3 chorych, w tym u 2 na poziomie przejścia szyjno-piersiowego, u jednego chorego w odcinku piersiowym. U jednej chorej wyciętą zmianą była torbiel podtwardówkowa rdzenia przejścia piersiowo-lędźwiowego, a jednego chorego – kostniak zarodkowy w odcinku piersiowym kręgosłupa. Najczęściej zabieg laminektomii wykonywano na 3 poziomach, szczegółowo przedstawia to tabela 2. Wyjściowy kąt kifozy przed leczeniem operacyjnym wynosił średnio 94° ($72^\circ - 122^\circ$). Deformacje te były mało korektywne, na radiogramach stresowych w ułożeniu odgięciowym na wałku, korekcja wyniosła

Fig. 1. Preoperative lateral radiogram (a) of a female patient with post-laminectomy kyphosis. Postoperative radiogram of the same patient after surgical treatment, correction from posterior approach (b)

Ryc. 1. Radiogram przedoperacyjny boczny (a) chorej po przebytej laminektomii przejścia piersiowo-lędźwiowego z następującą kifozą. Radiogram boczny tej chorej po leczeniu z dostępu tylnego z użyciem śrub przez nasadowych (b).



Correction from the posterior approach was performed in all cases; in two cases of patients with thoracic kyphosis anterior release was also performed. Correction was obtained after a wide exposure of the posterior column of the spine, following that at least one transpedicular osteotomy was performed on the deformity apex and

średnio 18,9%. Szczegółowo deformacje opisuje tabela 2. Wszyscy chorzy zostali zakwalifikowani do leczenia operacyjnego. wiek w chwili wykonania operacji wyniósł średnio 18,5 lat (12 – 25 lat). U wszystkich chorych wykonano zabieg korekcji z dostępu tylnego, a w dwóch przypadkach, u chorych z deformacją w odcinku piersio-

Tab. 1. General data of the study group

Patient	Sex	Age of performing laminectomy (years)	Age of onset of deformity (years)	Age of reconstructive surgery (years)	Follow-up after reconstructive surgery (years)
A.S.	K	10	15	25	6
K.S.	M	10	12	20	3
J.W.	K	8	10	12	3
P.J.	K	8	10	19	9
A.K.	M	9	15	16	8
Mean		9	12,4	18,4	5,8

Tab. 1. Dane ogólne ocenianej grupy

Chory	Płeć	Wiek wykonania laminektomii (lata)	Wiek pojawienia się deformacji kifotycznej (lata)	Wiek operacji korekcyjnej (lata)	Okres obserwacji od wykonania operacji (lata)
A.S.	K	10	15	25	6
K.S.	M	10	12	20	3
J.W.	K	8	10	12	3
P.J.	K	8	10	19	9
A.K.	M	9	15	16	8
Średnia		9	12,4	18,4	5,8

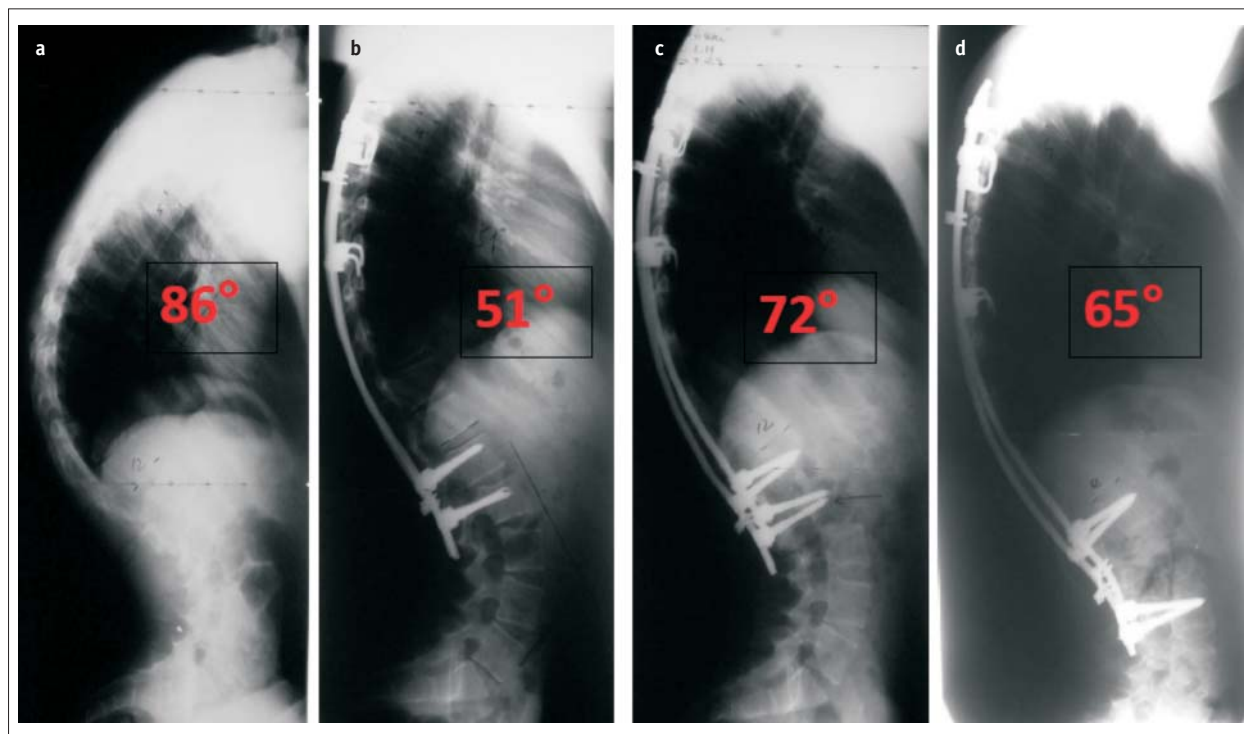


Fig. 2. Radiogram of a Male patient after astrocytoma resection and post-laminectomy kyphosis. Preoperative radiogram (a), directly after surgery (b), complication – loosening of caudal screws with loss of correction (c), after reoperation and screw replacement (d)

Ryc. 2. Radiogram chorego po przebytej resekcji gwiaździka rdzenia kręgowego dolnego odcinka piersiowego na drodze laminektomii z następową kifożą. Radiogram przedoperacyjny (a), bezpośrednio po operacji (b), powikłanie – obluzowanie dolnych śrub z utratą korekcji (c), ponowne zaimplantowanie śrub (d)

screws or hooks were inserted at least two levels cranially and caudally to the apex of deformity. Then the correction was obtained using pre-bent rods (picture 1). The operating site was then covered with autologous bone graft. In cases when the deformity was located in the cervico-thoracic junction a cervico-thoracic was performed (picture 2). No intra-operative complications were noted. In one case a pull-out of the caudal screws was noted, with a loss of correction (picture 3). The patient required reoperation, the range of fusion was extended caudally and the final result was good. The final correction in the group was 43%. Radiological data are presented in table 3.

DISCUSSION

The presence of kyphotic deformity following laminectomy was described by several authors including Żuk and Golik [1,2]. It is estimated that the prevalence of deformity in paediatric population after laminectomy performed for tumour resection is 50% to 90% [3,4]. Laminectomy performed in adult patients due to degenerative disease leads in minor cases to deformity, Jenkins claims it is a marginal problem [5]. Temporary studies reveal that the resection of the posterior column of the spine increases mobility in all planes.

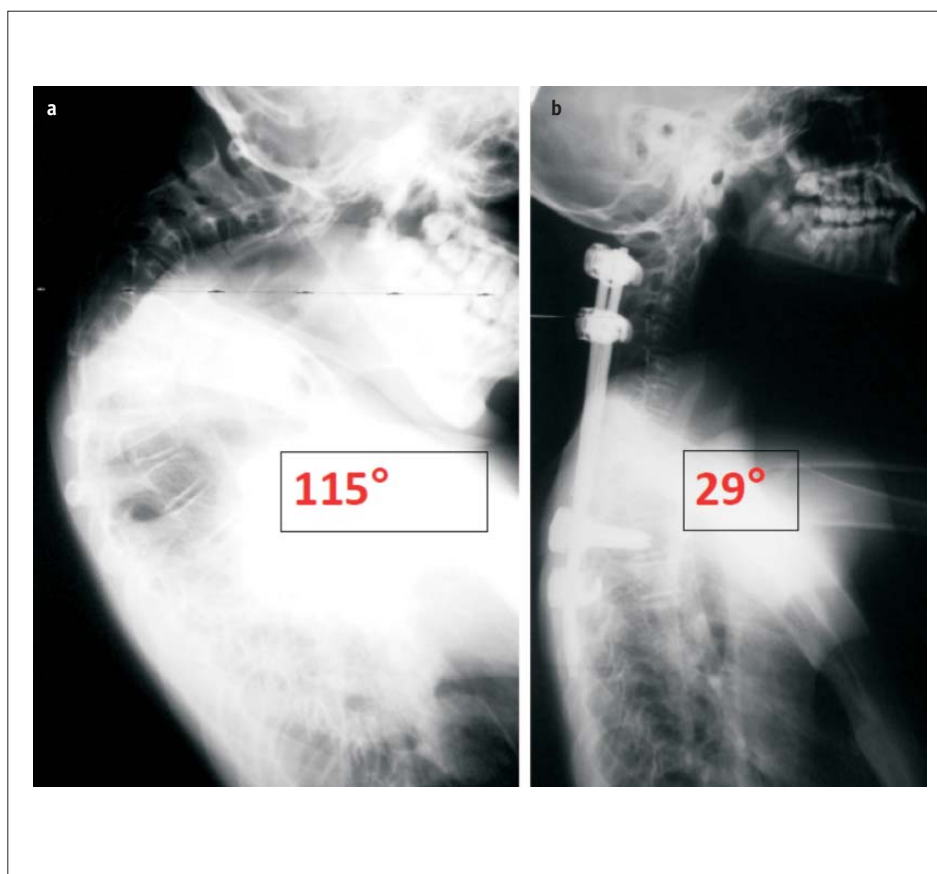
wym – poprzedzono uwolnieniem przednim przez torakotomię i spondylodezą przednią in situ. Korekcję z dostępu tylnego osiągnano poprzez szerokie odsłonięcie tylnej kolumny kręgosłupa, następnie na szczycie deformacji wykonywano, co najmniej jedną osteotomię wyprostną przez nasadową i wprowadzano implanty minimum 2 segmenty powyżej i poniżej poziomu laminektomii (rycyna 1). Kolejno używając odpowiednio dogiętych prętów korygowano deformację. Operowany obszar obkładano przeszczepami kostnymi autologicznymi. W przypadku deformacji przejścia szyjno-piersiowego wykonywano szeroką spondylodezę szyjno-piersiową (rycyna 2). Nie zanotowano powikłań śródoperacyjnych. W okresie pooperacyjnym u jednego chorego doszło do destabilizacji dolnego bieguna instrumentarium, wypłuczenia śrub przeznasadowych, z następową utratą korekcji (rycyna 3). Chory wymagał reoperacji, przedłużono zakres spondylodezy dystalnie i końcowo uzyskano dobry wynik. Ostateczna korekcja w badanej grupie wyniosła średnio 43%. Radiologiczne wyniki leczenia przedstawia tabela 3.

DYSKUSJA

Występowanie deformacji kifotycznej po przebytej laminektomii opisywane już było przez wielu autorów, w tym przez Żuka i Golika [1,2]. Ocenia się, że częstość występowania deformacji w populacji dziecięcej wynosi aż od 50% aż do prawie 90% w przypadku laminektomii

Fig. 3. Radiogram of a female patient with a postlaminectomy kyphosis, preoperatively (a) and postoperatively (b)

Ryc. 3. Radiogram chorej z patologiczną kifożą szyjno-piersiową, obraz przed (a) i po leczeniu chirurgicznym (b)



Kaptain [6] showed that performing laminectomy with a resection of only ¼ medial of the joint facets leads to kyphosis in 14% of patients with a initially lordotic cervical spine, whereas in cases of initially disturbed sagittal profile (<4° lordosis or kyphosis) the percentage reached 30%. Similar results of a metaanalysis were presented by Ratliff [7], even in cases where only laminoplasty was performed. There are certain risk factors of kyphosis formation described in the literature. Among them are: age of patient at surgery, extent of laminecto-

wykonywanej celem resekcji zmian nowotworowych [3,4]. Laminektomia wykonana u dorosłych z powodu zmian zwyrodnieniowych daje mniejszą liczbę deformacji, Jenkins wręcz uważa, że to problem marginalny [5]. Jednak współczesne badania biomechaniczne pokazują, że usunięcie tylnej kolumny kręgosłupa zwiększa ruchomość we wszystkich płaszczyznach. Kaptain [6] wykazał, że wykonanie laminektomii, z usunięciem jedynie ¼ przyśrodkowej powierzchni stawowych spowoduje pojawienie się deformacji kifotycznej u 14% chorych

Tab. 2. Preoperative data

Patient	Complimentary radiotherapy	Number of levels of laminectomy	Number of vertebrae included in the deformity	Apex of deformity	Cobb angle pre-operatively	Correction obtained on stress (extension) radiograms (%)
A.S.	Yes	3	8	Th12	72°	6,9%
K.S.	Yes	4	10	Th8	75°	25,3%
J.W.	Yes	3	6	C6	115°	13,9%
P.J.	Yes	2	9	Th7	122°	11,5%
A.K.	No	3	6	C7	86°	34,9%
mean		3	7,8	Th5	94°	18,5%

Tab. 2. Dane przedoperacyjne

Chory	Uzupełniająca radioterapia	Ilość poziomów laminektomii	Ilość kręgów objętych deformacją	Krąg szczytowy deformacji	Kąt deformacji wg Cobba przed leczeniem operacyjnym	Korekcja na radiogramach stresowych w odgięciu na walku (%)
A.S.	Tak	3	8	Th12	72°	6,9%
K.S.	Tak	4	10	Th8	75°	25,3%
J.W.	Tak	3	6	C6	115°	13,9%
P.J.	Tak	2	9	Th7	122°	11,5%
A.K.	Nie	3	6	C7	86°	34,9%
średnia		3	7,8	Th5	94°	18,5%

Tab. 3. Postoperative data

Patient	Cobb angle pre-operatively	Cobb angle post-operatively	Cobb angle at final follow-up	Final correction (%)
A.S.	72°	42°	56°	22,2%
K.S.	75°	35°	48°	36%
J.W.	115°	26°	29°	74,8%
P.J.	122°	75°	73°	40,2%
A.K.	86°	46°	50°	41,9%
mean	94°	44,8°	51,2°	43%

Tab. 3. Dane pooperacyjne

Chory	Kąt deformacji wg Cobba przed leczeniem operacyjnym	Kąt deformacji wg Cobba po leczeniu operacyjnym	Kąt deformacji wg Cobba w okresie obserwacji	Ostateczna korekcja (%)
A.S.	72°	42°	56°	22,2%
K.S.	75°	35°	48°	36%
J.W.	115°	26°	29°	74,8%
P.J.	122°	75°	73°	40,2%
A.K.	86°	46°	50°	41,9%
średnia	94°	44,8°	51,2°	43%

my, level of laminectomy, preoperative abnormal sagittal balance, indication for performing laminectomy and complementary radiotherapy [1,3,6,8,9]. Performing laminectomy before the age of 13 increases the risk of kyphosis formation compared with older children [10], additionally so called “risk” levels were identified, removal of the the laminae of C2 or C7-Th1 forms an independent risk factor of deformity onset [11]. In the study group the fastest progression of deformity was observed in cases in which laminectomy was performed on the level of the cervico-thoracic junction (patients J.W., A.K.). Above that it was shown that the number of removed laminae correlated strongly with kyphosis onset [3,5,8]. In the presented study group it was not univocally proved due to too little group of patients. Treatment of such deformities, in case when risk factors are present, should be started directly after laminectomy; de Jonge suggests that children after laminectomy be immobilized for 4 months [4]. There is lack of criteria when surgery should be implemented, it is crucial to evidence progression of deformity as Fassett [8] suggests, and after that performing stabilization. The results of surgical correction from the posterior and anterior approach are comparable [8,12,13], although Park describes the benefits of anterior corpectomy with anterior stabilization [14]. The procedures performed in our Department also had a good long-term effect, and the achieved correction comparable with other authors.

CONCLUSION

1. Laminectomy may lead to pathological kyphosis.
2. Risk factors of occurrence of deformity are: age of performing surgery, localization of laminectomy, number of removed laminae.
3. In cases when risk factors are present close observation of patients is required.
4. In cases when deformity is present procedures restoring sagittal profile are successful and long-lasting.

z wyjściowo lordotycznym kręgosłupem szyjnym i aż u 30% chorych, u których wyjściowo profil kręgosłupa szyjnego był zaburzony ($<4^\circ$ lordozy lub kifoza szyjna). Podobne wyniki metaanalizy przedstawił Ratliff [7], nawet w przypadkach gdzie wykonywano jedynie laminoplastykę. W literaturze opisywanych jest wiele czynników ryzyka powstania deformacji kifotycznej. Są to między innymi: wiek wykonania zabiegu laminektomii, rozległość laminektomii, lokalizacja laminektomii, przedoperacyjny nieprawidłowy balans strzałkowy, wyjściowa przyczyna wykonania laminektomii czy w końcu stosowanie radioterapii [1,3,6,8,9]. I tak wiek poniżej 13 roku życia stwarza większe ryzyko wystąpienia deformacji niż u starszych dzieci [10], dodatkowo zidentyfikowano „krytyczne” poziomy, usunięcie łuku C2 lub C7-Th1 stanowi niezależny czynnik ryzyka deformacji [11]. W badanej przez autorów grupie najszybciej progresujące deformacje były u chorych, gdzie laminektomia obejmowała właśnie poziomy przejścia szyjno-piersiowego (chorzy J.W., A.K.). Ponadto stwierdzono, że ilość usuniętych łuków koreluje ściśle z wystąpieniem patologicznej kifotyzacji [3,5,8]. W przedstawionym materiale nie udało się tego jednoznacznie udowodnić ze względu na zbyt małą grupę chorych. Leczenie takich deformacji w sytuacji, gdy obecne są czynniki ryzyka powinno być wdrażane zaraz po laminektomii, de Jonge sugeruje wręcz, aby dzieci poddawane laminektomii były unieruchamiane na okres minimum 4 miesięcy [4]. Brak jest jednoznacznych kryteriów kiedy wdrażać należy leczenie operacyjne, istotne jest wykazanie progresji deformacji, tak jak sugeruje Fassett [8] i mając tą pewność wykonać stabilizację. Wyniki korekcji w odcinku szyjnym z dostępu przedniego i tylnego są porównywalne [8,12,13], chociaż Park opisuje skuteczność leczenia rekonstrukcyjnego z korporektomią i stabilizacją przednią [14]. Wykonane w naszym Ośrodku zabiegi dały także trwały efekt, a stopień korekcji porównywalny z innymi autorami.

WNIOSKI

1. Zabiegi laminektomii mogą prowadzić do patologicznej kifozy.
2. Czynniki ryzyka są m.in. wiek wykonania zabiegu, lokalizacja laminektomii, ilość usuniętych łuków.
3. W przypadku obecnych czynników ryzyka niezbędne jest obserwowanie chorych.
4. W przypadku pojawienia się deformacji zabiegi odtwarzające prawidłowy profil strzałkowy kręgosłupa są skuteczne i dają trwały efekt.

References/Piśmiennictwo:

1. Żuk T. Kyfoza w następstwie laminektomii. *Chir Narządów Ruchu Ortop Pol.* 1982;47(3):171-174.
2. Golik M, Zarzycki D. Deformacje kręgosłupa po laminektomii u dzieci. *Neurol Neurochir Pol.* 1986;20(1):72-75.
3. Lonstein JE. Post-laminectomy kyphosis. *Clin Orthop Relat Res.* 1977;(128):93-100.
4. de Jonge T, Slullitel H, Dubousset J i wsp. Late-onset spinal deformities in children treated by laminectomy and radiation therapy for malignant tumours. *Eur Spine J.* 2005;14(8):765-771.
5. Jenkins DH. Extensive cervical laminectomy. Long-term results. *Br J Surg.* 1973;60(11):852-854.
6. Kaptain GJ, Simmons NE, Replogle RE, Pobereskin L. Incidence and outcome of kyphotic deformity following laminectomy for cervical spondylotic myelopathy. *J Neurosurg.* 2000;93(2 Suppl):199-204.
7. Ratliff JK, Cooper PR. Cervical laminoplasty: a critical review. *J Neurosurg.* 2003;98(3 Suppl):230-238.
8. Fassett DR, Clark R, Brockmeyer DL, Schmidt MH. Cervical spine deformity associated with resection of spinal cord tumors. *Neurosurg Focus.* 2006;20(2):E2.
9. Katsumi Y, Honma T, Nakamura T. Analysis of cervical instability resulting from laminectomies for removal of spinal cord tumor. *Spine.* 1989;14(11):1171-1176.
10. Yao KC, McGirt MJ, Chaichana KL i wsp. Risk factors for progressive spinal deformity following resection of intramedullary spinal cord tumors in children: an analysis of 161 consecutive cases. *J Neurosurg.* 2007;107(6 Suppl):463-468.
11. McGirt MJ, Chaichana KL, Attenello F i wsp. Spinal deformity after resection of cervical intramedullary spinal cord tumors in children. *Childs Nerv Syst.* 2008;24(6):735-739.
12. Bell DF, Walker JL, O'Connor G, Tibshirani R. Spinal deformity after multiple-level cervical laminectomy in children. *Spine.* 1994;19(4):406-411.
13. Butler JC, Whitecloud TS 3rd. Postlaminectomy kyphosis. Causes and surgical management. *Orthop Clin North Am.* 1992;23(3):505-511.
14. Park Y, Riew KD, Cho W. The long-term results of anterior surgical reconstruction in patients with postlaminectomy cervical kyphosis. *Spine.* 2010;10(5):380-387.