

©Borgis

Maria Czubak-Wrzosek, Jarosław Czubak, Marcin Tyrakowski

Zakażenie miejsca operowanego po korekcji nerwowo-mięśniowych deformacji kręgosłupa – przegląd literatury

Surgical site infection following neuromuscular spinal deformity surgery – a literature review

Klinika Ortopedii, Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny im. prof. Adama Grucy, Otwock
Kierownik Kliniki: dr hab. med. Jarosław Czubak, prof. nadzw. CMKP

Słowa kluczowe:

zakażenie miejsca operowanego, skolioza nerwowo-mięśniowa, deformacja kręgosłupa

Keywords:

surgical site infection, neuromuscular scoliosis, spinal deformity

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów
None

Adres/address:

*Maria Czubak-Wrzosek
Klinika Ortopedii,
Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej,
Centrum Medyczne
Kształcenia Podyplomowego,
Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny
im. prof. Adama Grucy
ul. Konarskiego 13, 05-400 Otwock
tel. +48 (22) 779-40-31
czubakwrzosek@gmail.com

Streszczenie

Głęboka infekcja miejsca operowanego należy do najpoważniejszych powikłań operacyjnej korekcji deformacji kręgosłupa. W grupie chorych ze skoliozą nerwowo-mięśniową ryzyko zakażenia jest kilkukrotnie większe niż w skoliozie idiopatycznej i częstsza jest etiologia Gram-ujemna zakażeń. Do głównych i najlepiej udowodnionych czynników ryzyka infekcji zalicza się: etiologię nerwowo-mięśniową skoliozy, nietrzymanie moczu i stolca, nieprawidłową okołoperacyjną profilaktykę antybiotykową, drażnienie powłok przez implanty oraz rodzaj zastosowanych implantów. Leczenie infekcji miejsca operowanego zależy od głębokości i czasu wystąpienia zakażenia i obejmuje we wczesnych infekcjach chirurgiczne oczyszczenie rany i antybiotykoterapię, natomiast w późnych znacznie częściej konieczne jest usunięcie instrumentarium.

Summary

Deep surgical site infection (SSI) is a severe complication after spine deformity surgery. There is a few fold higher incidence of SSI in patients with neuromuscular scoliosis than in idiopathic scoliosis, and Gram-negative etiology is more common in patients with neuromuscular scoliosis. The main risk factors of SSI are: neuromuscular scoliosis, urinary or bowel incontinence, inappropriate antibiotic prophylaxis, prominent implants and type of instrumentation. The treatment of SSI depends on the depth and time of its onset and consists usually of wound debridement and antibiotics in early SSI, whereas in delayed SSI removal of implants may be necessary.

WSTĘP

Operacyjna korekcja nerwowo-mięśniowych deformacji kręgosłupa pozwala na poprawę funkcjonowania, zmniejsza dolegliwości bólowe kręgosłupa oraz poprawia wydolność krążeniowo-oddechową. Jednak jest to grupa pacjentów szczególnie narażona na powikłania infekcyjne, w szczególności w obrębie miejsca operowanego.

Zakażenie miejsca operowanego (ang. *surgical site infection* – SSI) należy do najpoważniejszych powikłań operacyjnej korekcji skoliozy, znacznie podnosi koszty leczenia oraz może mieć istotne konsekwencje dla chorych w postaci przedłużonej hospitalizacji, dodatkowych zabiegów operacyjnych z usunięciem implantów i utratą korekcji włącznie.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC) dzieli zakażenie miejsca operowanego na powierzchowne i głębokie. Powierzchniowa infekcja miejsca operowanego dotyczy skóry i tkanki podskórnej okolicy nacięcia i objawia się do 30 dni od operacji. Głęboką infekcję definiuje się jako zakażenie penetrujące do tkanek położonych poniżej powięzi przykręgosłupowej, które rozwija się do 90 dni lub według innych autorów nawet do roku od zabiegu operacyjnego (1, 2). Wcześniej objawiające się infekcje są zwykle spowodowane bezpośrednim zanieczyszczeniem pola operacyjnego, natomiast zakażenie o późnej manifestacji – kontaminacją pola operacyjnego lub przeniesieniem drobnoustrojów drogą krwiopochodną (3).

EPIDEMIOLOGIA ZAKAŻENIA MIEJSCA OPEROWANEGO PO KOREKCJI NEUROGENNEJ DEFORMACJI KRĘGOSŁUPA

Częstość występowania zakażenia miejsca operowanego po korekcji nerwowo-mięśniowych deformacji kręgosłupa waha się od 2,97 do 20% i jest istotnie wyższa niż w przypadku skolioz idiopatycznych, dla których wynosi od 0,5 do 2,7% (2, 4-13).

Wczesne SSI jest zwykle spowodowane przez drobnoustroje Gram-dodatnie, tj. gronkowce metycylinowrażliwe (ang. *methicillin-sensitive Staphylococcus aureus* – MSSA) i metycyliinooporne (ang. *methicillin-resistant Staphylococcus aureus* – MRSA) (1, 8, 14). W późnych infekcjach wykrywa się z reguły bakterie fizjologicznie bytujące na skórze, czyli *Propionibacterium acnes* i *Staphylococcus epidermidis* (14-16). Poza tym w grupie chorych z deformacjami neurogennymi znacznie częściej stwierdza się infekcje mieszane miejsca operowanego oraz etiologię Gram-ujemną zakażenia (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* czy *Enterobacter* spp.) (11, 14, 17). Obecność flory przewodu pokarmowego w posiewach z okolicy operowanej jest spowodowana często współistniejącymi w tej grupie pacjentów nietrzymaniem moczu i stolca, gastrostomią, tracheostomią czy przetokami skórnymi. Ramo i wsp. wykazali, że prawie połowa głębokich infekcji była wywołana przez więcej niż jedną bakterię (45%), a etiologia była w 41% Gram-ujemna i w 59% Gram-dodatnia (12), co potwierdziło stwierdzony wcześniej w wielośrodkowych badaniach porównywalny odsetek bakterii Gram-ujemnych i Gram-dodatnich w skoliozie nerwowo-mięśniowej (11, 12, 18).

Częstość występowania głębokich infekcji miejsca operowanego po korekcji neurogennej deformacji kręgosłupa różni się w zależności od choroby podstawowej. Według Ramo i wsp. najczęściej zakażenie stwierdzono u pacjentów kolejno z przepukliną oponowo-rdzeniową (21,5%), następnie dystrofią mięśniową (10,6%), mózgowym porażeniem dziecięcym (8,5%) i w rdzeniowym zaniku mięśni (7,9%) (12).

CZNNIKI RYZYKA ZAKAŻENIA MIEJSCA OPEROWANEGO PO KOREKCJI NEUROGENNEJ DEFORMACJI KRĘGOSŁUPA

W ostatnich latach ukazało się wiele badań podejmujących tematykę czynników ryzyka zakażeń miejsca operowanego po operacjach deformacji kręgosłupa. Autorzy podkreślają, że dokładna analiza i zdefiniowanie czynników predysponujących do infekcji jest kluczowe do sformułowania wytycznych postępowania przed- i okołoperacyjnego.

Glottzbecker i wsp. (17), którzy przeprowadzili analizę systematyczną czynników ryzyka infekcji miejsca operowanego po operacji deformacji kręgosłupa, pogrupowali te czynniki na trzy grupy: A – dobrze udowodnione, B – dostatecznie udowodnione i C – słabo udowodnione.

Żadnego z czynników nie przyporządkowali do grupy A.

Za dostatecznie udowodnione (grupa B) uznali:

- współwystępowanie choroby nerwowo-mięśniowej,
- nietrzymanie moczu lub stolca,
- nieprawidłową okołoperacyjną profilaktykę antybiotykową (zbyt niska dawka, niewłaściwy czas podania),
- implanty napinające powłoki,
- implanty starszej generacji wykonane ze stali nierdzewnej (w porównaniu z nowocześniejszymi implantami tytanowymi).

Do grupy C – słabo udowodnionych czynników – zaliczono:

- dodatni posiew moczu przed operacją,
- zaburzenia odżywiania (niedożywienie lub otyłość),
- utratę i przetoczenia krwi,
- większą liczbę segmentów usztywnionych podczas operacji,
- zainstrumentowanie miednicy,
- wydłużony czas operacji,
- brak drenu.

W innym badaniu Subramanyam i wsp. (19) dokonując przeglądu czynników ryzyka SSI u chorych z deformacjami kręgosłupa, za istotne uznali:

- nieprawidłową okołoperacyjną profilaktykę antybiotykową (niewłaściwy dobór antybiotyku, nieodpowiednia dawka, nieprawidłowy czas podania pierwszej i kolejnych dawek oraz przedłużone stosowanie antybiotyku – powyżej 24 h od operacji),
- etiologię nerwowo-mięśniową skoliozy,
- użycie implantów,
- przedłużoną hospitalizację,
- resztkowe skrzywienie pooperacyjne.

Ponadto w grupie chorych ze skoliozami neurogennymi za czynniki ryzyka SSI uznano (3, 12, 16):

- zastosowanie przeszczepów kostnych allogennych,
- dawkę cefazoliny w okołoperacyjnej profilaktyce antybiotykowej niższą niż 20 mg/kg masy ciała/dobę,
- zmiany skórne w okolicy rany: odleżyny, pęcherze, powierzchowna reakcja na szwy, drażnienie skóry przez implanty,
- implant typu „unit rod”,
- upośledzenie umysłowe,
- obecność pompy baklofenowej,
- obecność zastawki komorowo-otrzewnowej,
- drgawki,
- wysoką przedoperacyjną leukocytozę i trombocytozę,
- refluks żołądkowo-przłykowy.

PROFILAKTYKA ZAKAŻENIA MIEJSCA OPEROWANEGO PO KOREKCJI NEUROGENNEJ DEFORMACJI KRĘGOSŁUPA

Pomimo określenia wielu czynników ryzyka infekcji miejsca operowanego po operacjach deformacji kręgosłupa nie opracowano do tej pory jednolitego schematu profilaktyki zakażeń. Glottzbecker i wsp. wykazali dużą zmienność w postępowaniu okołoperacyjnym wśród amerykańskich chirurgów kręgosłupa,

podsumowując, że taka różnorodność może odzwierciedlać suboptymalną opiekę nad chorymi (7).

Krok w kierunku ujednoczenia wytycznych profilaktyki infekcji miejsca operowanego wykonali Vitale i wsp., publikując zalecenia prewencji SSI w operacjach kręgosłupa w grupie pacjentów pediatrycznych podwyższonego ryzyka (20). Autorzy sformułowali 14 wytycznych postępowania profilaktycznego SSI w oparciu o opinie ekspertów w dziedzinie chirurgii kręgosłupa oraz chorób zakaźnych, wybierając te zalecenia, co do których powyżej 80% ekspertów było zgodnych.

Według Vitale i wsp. (20) zaleca się:

Przed operacją:

1. Umycie skóry chorego roztworem chlorheksydyny w dniu poprzedzającym operację.
2. Przedoperacyjny posiew moczu i ewentualne leczenie w przypadku pozytywnego wyniku.
3. Wręczenie choremu broszury informacyjnej o ryzyku infekcji i postępowaniu pooperacyjnym.
4. Ocenę stanu odżywienia chorego.

Okółooperacyjnie:

1. Przycinanie włosów w okolicy operowanej zamiast ich golenia.
2. Profilaktykę antybiotykową: cefazolina podana dożylnie.
3. Profilaktykę antybiotykową zakażeń bakteriami Gram-ujemnymi.
4. Prawidłową profilaktykę antybiotykową (lek, dawka, czas podania, liczba dawek).
5. Ograniczenie wejścia na salę operacyjną podczas zabiegu.
6. Brak uzasadnienia do używania lampy emitującej promienie ultrafioletowe na sali operacyjnej.
7. Dokładne płukanie rany operacyjnej.
8. Podanie sproszkowanej wankomycyny do rany operacyjnej bezpośrednio przed jej zamknięciem.

Po operacji:

1. Nieprzepuszczalny opatrunek.
2. Zminimalizowanie częstości zmian opatrunków.

Po upływie roku, w szpitalach, w których wprowadzono powyższe wytyczne, częstość infekcji u chorych podwyższonego ryzyka spadła lub pozostała na stabilnym poziomie (20).

Rekomendacje obejmujące okółooperacyjną profilaktykę antybiotykową podawane przez innych autorów dotyczą: podwyższenia profilaktycznej dawki cefazoliny do 30 mg/kg, rutynowego stosowania antybiotyków działających na bakterie Gram-ujemne przy operacjach skolioz nerwowo-mięśniowych (12) oraz niestosowania klindamycyny w monoterapii, gdyż może to zwiększać ryzyko wystąpienia SSI (21).

Stosowanie sproszkowanej wankomycyny bezpośrednio do rany operacyjnej przed jej zamknięciem pozwala na uzyskanie terapeutycznych stężeń w okolicy operowanej i uniknięcie niekorzystnego ogólnego działania na organizm ze względu na niskie stężenie antybiotyku w krwiobiegu. Wykazano statystycznie istotne obniżenie częstości występowania SSI w grupie chorych, u których zastosowano miejscowo wankomycy-

nę (0,2%) w porównaniu z grupą kontrolną (2,6%) (22). Niskie stężenie wankomycyny we krwi pozwala sądzić, że antybiotyk podawany w tej postaci może być bezpiecznie stosowany również u dzieci (6).

DIAGNOSTYKA ZAKAŻENIA MIEJSCA OPEROWANEGO PO KOREKCJI NEUROGENNEJ DEFORMACJI KRĘGOSŁUPA

Wczesne rozpoznanie zakażenia miejsca operowanego jest kluczowe dla jak najszybszego rozpoczęcia leczenia i ograniczenia infekcji. Do podstawowych objawów klinicznych SSI należą: ból okolicy operowanej, obrzęk, zaczerwienienie, wzmożone ucieplenie i wyciek z rany. Warto zaznaczyć, że chorzy z neurogennymi deformacjami kręgosłupa, ze względu na bardzo częste w tej grupie ograniczenie zdolności poznawczych z powodu choroby podstawowej, są szczególnie narażeni na opóźnione rozpoznanie zakażenia. Sebaaly i wsp. zwracają uwagę na fakt, że infekcja u chorych z mózgowym porażeniem dziecięcym może być całkowicie bezobjawowa (3). Już niewielka zmiana apetytu i niechęć do przyjmowania pokarmów w tej grupie chorych powinna zwrócić uwagę personelu szpitala i rodziców.

Najczęstszym objawem infekcji jest ból okolicy operowanej, zwłaszcza występujący w nocy, oraz bardzo charakterystyczne pojawienie się na nowo dolegliwości po okresie bezbólowym (3).

Wystąpienie gorączki może świadczyć o infekcji, jednak Blumstein i wsp. wykazali, że u 72% dzieci po operacjach korekcyjnych deformacji kręgosłupa w wczesnym okresie pooperacyjnym stwierdza się temperaturę powyżej 38°C, a u 9% – powyżej 39°C (23). Nie stwierdzono jednak istotnej zależności pomiędzy gorączką a pozytywnymi posiewami krwi lub moczu, zapaleniem płuc czy SSI (23). Jednak jeśli gorączce towarzyszą dreszcze, poty lub apatia, powinny być one traktowane jako objawy alarmowe ciężkiej infekcji, a nawet posocznicy (3).

Po stwierdzeniu klinicznych objawów infekcji należy wykonać szereg testów laboratoryjnych. Układ białokrwinkowy z rozmazem, odczyn Biernackiego (OB) i stężenie białka C-reaktywnego (CRP) w surowicy krwi obwodowej należą do podstawowych markerów laboratoryjnych infekcji. Podwyższone wartości wyżej wymienionych parametrów mogą utrzymywać się przez kilka tygodni po operacji, co dodatkowo utrudnia odróżnienie SSI od odpowiedzi zapalnej na pooperacyjne uszkodzenie tkanek. Jednak wystąpienie ponownego wzrostu wartości tych parametrów po okresie spadku może świadczyć o rozpoczynającej się infekcji.

Dodatkowym nowym parametrem, który może być wykorzystany w diagnostyce SSI, jest stężenie prokalcytoniny we krwi obwodowej. Syvanen i wsp. (24) przeprowadzili prospektywne badanie na 50 nastoletnich chorych poddanych operacyjnej korekcji skoliozy, wykazując, że podwyższenie stężenia CRP w surowicy krwi obwodowej, temperatury ciała oraz leukocytoza utrzymywały się w pierwszym tygodniu po leczeniu

operacyjnym, natomiast stężenie prokalcytoniny pozostało prawidłowe. W badanej grupie nie wystąpiła żadna infekcja miejsca operowanego, jednak w dwóch przypadkach, w których zanotowano podwyższenie stężenia prokalcytoniny, zdiagnozowano ciężkie pooperacyjne zapalenie płuc. Autorzy wnioskują, że stężenie prokalcytoniny we krwi obwodowej może być dobrym markerem wykrywania infekcji bakteryjnej.

LECZENIE ZAKAŻENIA MIEJSCA OPEROWANEGO PO KOREKCJI NEUROGENNEJ DEFORMACJI KRĘGOSŁUPA

Postępowanie w przypadku stwierdzenia zakażenia miejsca operowanego zależy od głębokości i czasu wystąpienia infekcji.

Leczenie powierzchownej wczesnej infekcji zwykle polega na intensywnej antybiotykoterapii, a niekiedy konieczne jest chirurgiczne oczyszczenie rany.

We wczesnej głębokiej infekcji przeprowadza się rutynowo rozległe chirurgiczne oczyszczenie i płukanie rany, jednak z pozostawieniem implantów. Pozwala to na usunięcie wydzieliny ropnej i tkanek martwiczych, które stają się pożywką dla intensywnie namnażających się bakterii oraz umożliwia pobranie materiału do badania mikrobiologicznego w celu wdrożenia celowanej antybiotykoterapii (3, 15). Odroczone zamknięcie rany operacyjnej może być przydatne wówczas, gdy wymagane jest wielokrotne chirurgiczne jej oczyszczenie.

W przypadku znacznego ubytku tkanek lub odroczonego zamknięcia rany możliwe jest zastosowanie podciśnienia (ang. *vacuum assisted closure* – VAC), które indukuje powstawanie ziarniny oraz angiogenezę, usuwa płyn wysiękowy i stanowi sterylny opatrunek przez cały okres leczenia (25). Duże ubytki tkanek mogą być ponadto pokrywane płacami skórno-mięśniowymi, najczęściej z mięśnia najszerzego grzbietu, mięśnia czworobocznego lub mięśni przykręgosłupowych (3).

Z obawy przed progresją skrzywienia unika się usuwania implantów przed uzyskaniem spondylodezy (3). Jeśli wymagane jest usunięcie implantów przed uzyskaniem zrostu kręgów, możliwe jest ponowne zało-

żenie instrumentarium po wyleczeniu infekcji. Według doniesień Glotzbeckera i wsp. 79,2% chorych z wczesną postacią SSI zostało całkowicie wyleczonych z infekcji poprzez wielokrotne chirurgiczne oczyszczanie rany, a tylko u 7,9% chorych konieczne było usunięcie implantów (7).

Późna głęboka infekcja miejsca operowanego jest przeważnie leczona poprzez usunięcie instrumentarium po potwierdzeniu uzyskania spondylodezy. Drobnoustroje odpowiedzialne za zakażenie wytwarzają biofilm pokrywający implanty, który uniemożliwia całkowite wyleczenie infekcji (6, 15). Hedequist i wsp. wykazali, że u żadnego z chorych z głęboką późną SSI, pomimo licznych zabiegów oczyszczania rany i intensywnej antybiotykoterapii, nie udało się wyleczyć infekcji bez usunięcia implantów (15).

Antybiotykoterapia stanowi podstawę leczenia każdego typu infekcji miejsca operowanego i powinna spełniać dwa najważniejsze kryteria: zgodność z posiewem oraz odpowiednio długie stosowanie. Nie ma zgodności co do czasu stosowania antybiotykoterapii, ale uznaje się, że początkowo antybiotyki powinny być podawane dożylnie przez okres 4-6 tygodni z jednoczesnym monitorowaniem stężenia leku oraz markerów stanu zapalnego we krwi, a następnie doustnie przez co najmniej 6 tygodni. W przypadku późnej infekcji, wskazane jest niekiedy dłuższe stosowanie antybiotykoterapii, zwłaszcza w przypadku konieczności utrzymania instrumentarium z powodu braku spondylodezy (3).

PODSUMOWANIE

Zakażenie miejsca operowanego u chorych po operacyjnej korekcji neurogennych deformacji kręgosłupa występuje dużo częściej niż w grupie chorych ze skoliozami idiopatycznymi. Ze względu na zwiększone ryzyko infekcji, kluczowe wydaje się dokładne określenie występujących czynników ryzyka i wykazanie szczególnej uwagi oraz staranności w postępowaniu przed-, około- i pooperacyjnym, a w przypadku wystąpienia infekcji – wczesnego rozpoczęcia właściwego leczenia.

PIŚMIENNICTWO

- Centers for Disease Control and Prevention: Surgical Site Infection (SSI) Event; <https://www.cdc.gov/nhsn/pdfs/pscmanual/9pscscscurrent.pdf>.
- Mackenzie WG, Matsumoto H, Williams BA et al.: Surgical site infection following spinal instrumentation for scoliosis: a multicenter analysis of rates, risk factors, and pathogens. *J Bone Joint Surg Am* 2013 May; 95(9): 800-806.
- Sebaaly A, El Rachkidi R, Yaacoub JJ et al.: Management of spinal infections in children with cerebral palsy. *Orthop Traumatol Surg Res* 2016 Oct; 102(6): 801-805.
- Burton DC, Carlson BB, Place HM et al.: Results of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Database 2009-2012: A Report From the Morbidity and Mortality Committee. *Spine Deform* 2016 Sep; 4(5): 338-343.
- Coe J, Arlet V, Donaldson W et al.: Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine* 2006; 31: 345-349.
- Floccari LV, Milbrandt TA: Surgical Site Infections After Pediatric Spine Surgery. *Orthop Clin North Am* 2016 Apr; 47(2): 387-394.
- Glantzbeck MP, Vitale MG, Shea KG et al.: Surgeon practices regarding infection prevention for pediatric spinal surgery. *J Pediatr Orthop* 2013; 33(7): 694-699.
- Cahill PJ, Warnick DE, Lee MJ et al.: Infection after spinal fusion for pediatric spinal deformity: thirty years of experience at a single institution. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010; 35(12): 1211-1217.
- Martin CT, Pugely AJ, Gao Y et al.: Incidence and risk factors for early wound complications after spinal arthrodesis in children: analysis of 30-day follow-up data from the ACS-NSQIP. *Spine (Phila Pa 1976)* 2014; 39(18): 1463-1470.
- Mohamed Ali MH, Koutharawu DN, Miller F et al.: Operative and clinical markers of deep wound infection after spine fusion in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2010; 30(8): 851-857.
- Sponseller PD, Shah SA, Abel MF et al.: Infection rate after spine surgery in cerebral palsy is high and impairs results: multicenter analysis of risk factors and treatment. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468(3): 711-716.

12. Ramo BA, Roberts DW, Tuason D et al.: Surgical site infections after posterior spinal fusion for neuromuscular scoliosis: a thirty-year experience at a single institution. *J Bone Joint Surg Am* 2014; 96(24): 2038-2048.
13. Heffernan MJ, Seehausen DA, Andras LM et al.: Comparison of outcomes after posterior spinal fusion for adolescent idiopathic and neuromuscular scoliosis: does the surgical first assistant's level of training matter? *Spine (Phila Pa 1976)* 2014; 39(8): 648-655.
14. Farley FA, Li Y, Gilsdorf JR et al.: Postoperative spine and VEPTR infections in children: a case control study. *J Pediatr Orthop* 2014; 34(1): 14-21.
15. Hedequist D, Haugen A, Hresko T et al.: Failure of attempted implant retention in spinal deformity delayed surgical site infections. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009; 34(1): 60-64.
16. Aleissa S, Parsons D, Grant J et al.: Deep wound infection following pediatric scoliosis surgery: incidence and analysis of risk factors. *Can J Surg* 2011; 54(4): 263-269.
17. Glotzbecker MP, Riedel MD, Vitale MG et al.: What's the evidence? Systematic literature review of risk factors and preventive strategies for surgical site infection following pediatric spine surgery. *J Pediatr Orthop* 2013; 33(5): 479-487.
18. Sponseller PD, LaPorte DM, Hungerford MW et al.: Deep Wound Infections After Neuromuscular Scoliosis Surgery A Multicenter Study of Risk Factors and Treatment Outcomes. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000 Oct 1; 25(19): 2461-2466.
19. Subramanyam R, Schaffzin J, Cudilo EM et al.: Systematic review of risk factors for surgical site infection in pediatric scoliosis surgery. *Spine J* 2015; 15(6): 1422-1431.
20. Vitale MG, Riedel MD, Glotzbecker MP et al.: Building consensus: development of a best practice guideline (BPG) for surgical site infection (SSI) prevention in high-risk pediatric spine surgery. *J Pediatr Orthop* 2013; 33(5): 471-478.
21. Linam WM, Margolis PA, Staat MA et al.: Risk factors associated with surgical site infection after pediatric posterior spinal fusion procedure. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009; 30(2): 109-116.
22. Sweet FA, Roh M, Sliva C: Intrawound application of vancomycin for prophylaxis in instrumented thoracolumbar fusions: efficacy, drug levels, and patient outcomes. *Spine (Phila Pa 1976)* 2011 Nov 15; 36(24): 2084-2088.
23. Blumstein GW, Andras LM, Seehausen DA et al.: Fever is common post-operatively following posterior spinal fusion: infection is an uncommon cause. *J Pediatr* 2015; 166(3): 751-755.
24. Syvanen J, Peltola V, Pajulo O et al.: Normal behavior of plasma procalcitonin in adolescents undergoing surgery for scoliosis. *Scand J Surg* 2014; 103(1): 60-65.
25. Canavese F, Gupta S, Krajbich JI et al.: Vacuum-assisted closure for deep infection after spinal instrumentation for scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 2008; 90: 377-381.

otrzymano/received: 10.05.2017
zaakceptowano/accepted: 31.05.2017