

Streszczenie

Analiza użyteczności tomografii jądrowego rezonansu magnetycznego w ocenie morfologii nasad łuków kręgów oraz w planowaniu implantacji śrub przeznasadowych u chorych ze skoliozą idiopatyczną.

Oleg Tchoriwski

Klinika Chorób Kręgosłupa i Ortopedii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego w Warszawie.

Wstęp

Skolioza idiopatyczna (SI) to rozwojowe zniekształcenie kręgosłupa i tułowia o dotychczas nieustalonej etiologii. Leczenie operacyjne deformacji kręgosłupa ma na celu poprawę kształtu kręgosłupa poprzez korekcję położenia poszczególnych kręgów względem siebie. Możliwe jest to dzięki wykorzystaniu układu implantów – prętów nadających zadany kształt odpowiednio zamocowanych do kręgosłupa przy pomocy śrub przeznasadowych. Śruba przeznasadowa jest implantem, którego jedna część kotwiczona jest w kości kręgu, a druga łączy się z prętem korygującym. Odpowiedni dobór średnicy i długości śruby przeznasadowej oraz określenie kierunku jej wprowadzenia pozwalają na optymalne zakotwiczenie implantu w kości kręgu, zapewniając jednocześnie bezpieczeństwo dla struktur kanału kręgowego oraz około kręgosłupowych. Tomografia komputerowa (TK) pozostaje badaniem z wyboru w ocenie morfologii nasad łuków kręgów oraz w planowaniu implantacji śrub przeznasadowych. Badanie to pozostaje jednak obarczone negatywnymi skutkami promieniowania rentgenowskiego dla chorego. Z drugiej strony tomografia jądrowego rezonansu magnetycznego (RM) jest standardowo wykonywana jako badanie przesiewowe wad ośrodkowego układu nerwowego u chorych przygotowywanych do leczenia operacyjnego SI. W związku z powyższym uzasadnionym jest podjęcie badań weryfikujących przydatność RM w ocenie morfologii nasad łuków kręgów oraz w planowaniu użycia śrub przeznasadowych u chorych z SI.

Celami pracy były:

1. Analiza możliwości wykorzystania badania tomografii jądrowego rezonansu magnetycznego do oceny morfologii nasad łuków kręgów piersiowych u chorych ze skoliozą idiopatyczną poprzez porównanie wartości parametrów

charakteryzujących nasady łuków kręgów ocenionych w tomografii komputerowej albo w tomografii jądrowego rezonansu magnetycznego.

2. Analiza użyteczności badania tomografii jądrowego rezonansu magnetycznego w planowaniu średnic i długości śrub przeznasadowych. Porównanie średnic i długości śrub przeznasadowych mających zostać zaimplantowanymi w kręgach piersiowych chorych ze skoliozą idiopatyczną poprzez porównanie średnic i długości śrub implantowanych podczas operacji korekcyjnej skoliozy idiopatycznej ze średnicami i długościami potencjalnych śrub przeznasadowych zaplanowanymi na podstawie tomografii komputerowej albo tomografii jądrowego rezonansu magnetycznego.

Material i Metodyka

Badanie miało charakter retrospektywnej analizy dokumentacji medycznej oraz wyników badań obrazowych 32 kolejnych chorych leczonych operacyjnie z powodu skoliozy idiopatycznej od 1 czerwca 2018 roku do 31 grudnia 2019 roku w Klinice Chorób Kręgosłupa i Ortopedii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego w Samodzielnym Publicznym Szpitalu Klinicznym im. prof. A. Grucy w Otwocku. Średnia wieku grupy badanej w chwili wykonania TK i RM wyniosła 13,9 lat. U 17 chorych stwierdzano jednołukową strukturalną SI piersiową, a u 15 – dwułukową strukturalną SI piersiową i lędźwiową. U 29 chorych skrzywienie piersiowe było prawostronne, a u 3 – lewostronne. Średnia wartość kąta Cobba skrzywienia piersiowego wyniosła 69°. W RM i TK oceniono 384 kręgi i porównano pomiary następujących parametrów charakteryzujących morfologię nasad łuków kręgów dla strony wklęsłej i wypukłej skrzywienia:

- a. Długość kanału dla śruby (ang. chord length),
- b. Szerokość nasady łuku kręgu w płaszczyźnie poprzecznej,
- c. Kąt zbieżności nasady łuku kręgu w płaszczyźnie poprzecznej,
- d. Długość nasady łuku kręgu w płaszczyźnie poprzecznej,
- e. Wysokość nasady łuku kręgu w płaszczyźnie strzałkowej.

Również oceniono zgodność rozmiarów (średnica i długość) 370 zaimplantowanych śrub przeznasadowych w czasie operacji korekcyjnych skoliozy idiopatycznej u poszczególnych chorych z zaplanowanymi rozmiarami śrub wg RM i TK.

Wyniki

Stwierdzono dobrą lub bardzo dobrą zgodność wyników pomiarów poszczególnych parametrów uzyskanych w TK i RM z $ICC \geq 0,74$ i $SEM \leq 1\text{mm}$ lub $SEM = 1,6^\circ$ dla strony wklęsłej oraz $ICC \geq 0,72$ i $SEM < 1\text{mm}$ lub $SEM = 1,7^\circ$ dla strony wypukłej skrzywienia.

Zgodność średnic śrub przemasadowych zaplanowanych na podstawie TK ze średnicami śrub zaimplantowanych podczas operacji stwierdzono dla 76% śrub (147/194) po stronie wklęsłej i dla 74% śrub (130/176) po stronie wypukłej oraz dla 75% wszystkich śrub (277/370), a zgodność długości śrub przemasadowych zaplanowanych na podstawie TK z długościami śrub zaimplantowanych podczas operacji stwierdzono dla 52% śrub (101/194) po stronie wklęsłej i dla 52% śrub (92/176) po stronie wypukłej oraz dla 52% wszystkich śrub (192/370). Odpowiedni zgodność średnic śrub przemasadowych zaplanowanych na podstawie RM ze średnicami śrub zaimplantowanych podczas operacji stwierdzono dla 73% śrub (141/194) po stronie wklęsłej i dla 73% śrub (127/176) po stronie wypukłej oraz dla 72% wszystkich śrub (267/370), a zgodność długości śrub przemasadowych zaplanowanych na podstawie RM z długościami śrub zaimplantowanych podczas operacji stwierdzono dla 44% śrub (85/194) po stronie wklęsłej i dla 48% śrub (84/176) po stronie wypukłej oraz dla 45% wszystkich śrub (169/370).

Wnioski

1. Tomografia jądrowego rezonansu magnetycznego jest metodą obrazowania dającą możliwość wiarygodnego pomiaru parametrów morfometrycznych nasad łuków kręgowych piersiowych u chorych ze skoliozą idiopatyczną. Wartości parametrów charakteryzujących nasady łuków kręgowych ocenione w tomografii jądrowego rezonansu magnetycznego są wystarczająco zgodne z analogicznymi parametrami mierzonymi w tomografii komputerowej.
2. Tomografia jądrowego rezonansu magnetycznego jest metodą obrazowania umożliwiającą zaplanowanie średnic i długości śrub przemasadowych mających zostać zaimplantowanymi w kręgach piersiowych chorych ze skoliozą idiopatyczną.

Wobec powyższych tomografia jądrowego rezonansu magnetycznego jest metodą obrazowania, która może zostać wykorzystana w codziennej praktyce klinicznej podczas planowania implantacji śrub przemasadowych w kręgach piersiowych u chorych

ze skoliozą idiopatyczną z jednoczesną rezygnacją z obarczonego istotną dawką promieniowania jonizującego badania tomografii komputerowej.

Summary

Utility of magnetic resonance in the assessment of morphology of the vertebral pedicles and in the planning of implantation of the pedicle screws in idiopathic scoliosis.

Oleg Tchoriwski

Clinic of Spinal Diseases and Orthopedics at the Medical Center of Postgraduate Education in Warsaw.

Idiopathic scoliosis (SI) is a developmental deformity of the spine and trunk of undetermined etiology. The goals of the surgical treatment of spinal deformities are improving the shape of the spine by correcting the position of individual vertebrae relative to each other. This is possible due to the use of a system of implants – shape rods appropriately attached to the spine with the use of pedicle screws. The pedicle screw is an implant, one part of which is anchored in the vertebral bone, and the other connects to the corrective rod. Appropriate selection of the diameter and length of the pedicle screw and the direction of its insertion allow for optimal implantation of the screw in the vertebral bone, while ensuring safety for the structures of the spinal canal and surrounding tissues. Computed tomography (CT) is the test of choice in the assessment of the morphology of the vertebral pedicles and in the planning of implantation of the pedicle screws. However, this study remains fraught with the negative effects of X-rays on the patient. On the other hand, magnetic resonance (MRI) is performed as a screening test for central nervous system defects in patients prepared for SI surgery. And verifying the utility of MRI in assessing the morphology of the vertebral pedicle and in planning the use of pedicle screws in scoliosis surgery.

The goals of the study were:

1. Analysis of the possibility of using magnetic resonance to assess the morphology of the vertebral pedicles in patients with idiopathic scoliosis by comparing of the dimensions of the vertebral pedicles in computed tomography or in nuclear magnetic resonance tomography.
2. Analysis of the usefulness of nuclear magnetic resonance tomography in the planning of diaphragmatic screw diameter and length. Comparison of diaphragmatic screw diameter and length to be implanted in the thoracic vertebrae of patients with idiopathic scoliosis by comparing the diameter and length of implanted screws during corrective idiopathic

scoliosis surgery with the diameter and length of potential screw intranasal scans based on computed tomography or nuclear magnetic resonance tomography.

Material and methodology

The study was a retrospective analysis of medical records and imaging results of 32 consecutive patients treated for idiopathic scoliosis from June 2018 to December 2019 at the Department of Spine Disorders and Orthopedics at the Centre of Postgraduate Medical Education at the Prof. Adam Gruca Teaching Hospital in Otwock. The average age of the study group at the time of CT and MRI was 13.9 years. In 17 patients there was single structural thoracic curve of SI, and in 15 patients - double structural thoracic curve and lumbar curve of SI. 29 patients had the right thoracic curve and 3 patients had left thoracic curve. The average Cobb angle of the thoracic curvature was 69 °. 384 vertebrae were evaluated and measurements of the following parameters characterizing the morphology of the vertebral pedicles were compared in MRI and CT:

- a) Chord length.
- b) The width of the vertebral pedicle in the transverse plane.
- c) The angle of convergence of the vertebral pedicle in the transverse plane.
- d) The length of the vertebral pedicle in the transverse plane.
- e) Height of the vertebral pedicle in the sagittal plane.

The compatibility of sizes (diameter and length) of 370 implanted pedicle screws during corrective surgery for idiopathic scoliosis was also assessed in patients with planned screw sizes according to MRI and TK.

Results

In research was observed good or very good results match of the measurements in CT and RM with $ICC \geq 0.74$ and $SEM \leq 1\text{mm}$ or $SEM = 1.6^\circ$ for concave side and $ICC \geq 0.72$ and $SEM < 1\text{mm}$ or $SEM = 1.7^\circ$ for the convex side of the curvature.

Compliance of pedicle screws diameters planned on CT with diameters of screws implanted during surgery was found for 76% of screws (147/194) on the concave side and for 74% of screws (130/176) on the convex side and for 75% of all screws (277/370), and the compliance of the length of the pedicle screws planned on CT with the length of the screws implanted during the surgery was found for 52% of screws (101/194) on the concave side and for 52% of screws (92/176) on the convex side and for 52% of all screws (192/370). Appropriate compliance of the pedicle screws diameters planned on MRI with the diameters of the screws implanted during the surgery was found for 73% of the screws (141/194) on the concave side and for 73% of the screws (127/176) on the convex side and for 72% of all screws (267 / 370),

and the compliance of the length of the pedicle screws planned on MRI with the length of the screws implanted during the surgery was found for 44% of the screws (85/194) on the concave side and for 48% of the screws (84/176) on the convex side and for 45% of all screws (169/370).

Conclusions

1. Magnetic resonance is an imaging method that gives the possibility to reliably measure the morphometric parameters of the thoracic pedicles in patients with idiopathic scoliosis. The values of the parameters characterizing the vertebral pedicles assessed in magnetic resonance are sufficiently comparable with the analogous parameters measured in computed tomography.
2. Magnetic resonance is an imaging method that allows you to plan the diameters and lengths of the pedicle screws to be implanted in the thoracic vertebrae of patients with idiopathic scoliosis.

Magnetic resonance tomography is an imaging method that can be used in everyday clinical practice when planning the implantation of the pedicle screws in the thoracic vertebrae in patients with idiopathic scoliosis with the simultaneous abandonment of a computer tomography burdened with a significant dose of ionizing radiation.