

Barbara JASIEWICZ
Edyta DASZKIEWICZ
Elżbieta TRZEBUNIA
Zbigniew FIGURA

Postępowanie fizjoterapeutyczne po operacji w młodzieńczej skoliozie idiopatycznej

Physiotherapy after surgery in idiopathic scoliosis

Katedra Ortopedii,
Klinika Ortopedii i Rehabilitacji CM UJ
Zakopane, Balzera 15
Kierownik Katedry i Kliniki:
prof. dr hab. med. Maciej Tęsiorowski

Słowa kluczowe:
skolioza idiopatyczna,
operacja, fizjoterapia

Key words:
idiopathic scoliosis,
surgery, physiotherapy

Adres do korespondencji:
Barbara Jasiewicz
e-mail: basiajasiewicz@gmail.com
Adres: 34-500 Zakopane, Balzera 15
tel.: +48 18 2022133

Skolioza idiopatyczna jest to trójplaszczynowa deformacja kręgosłupa, o nieznannej etiologii. W skrzywieniach przekraczających 45-50° leczeniem z wyboru jest leczenie operacyjne. Operacja skoliozy to duży uraz tkankowy, wiążący się z utratą krwi, a w okresie pooperacyjnym z bólem i zmienioną mechaniką kręgosłupa. Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie zasad postępowania pooperacyjnego w skoliozie idiopatycznej, jakie jest stosowane przez autorów. Pacjenci po zabiegu operacyjnym wymagają indywidualnej fizjoterapii. Usprawnianie rozpoczyna się już w pierwszej dobie po operacji. We wczesnym okresie pooperacyjnym program fizjoterapii obejmuje ćwiczenia oddechowe, pionizację oraz ćwiczenia kończyn i tułowia. W następnym okresie do 12 tygodni od operacji pacjent zwiększa intensywność ćwiczeń i aktywności fizycznej. Między 3 a 12 miesiącem pacjent stopniowo wraca do normalnego trybu życia. W późniejszych latach dominują bóle kręgosłupa wyżej i poniżej spondylodezy, a postępowanie w tym zakresie obejmuje odpowiednie ćwiczenia oraz fizykoterapię. Wnioski. Fizjoterapia po operacjach kręgosłupa z powodu skoliozy stanowi ważny element opieki pooperacyjnej. Przedstawiony schemat postępowania wydaje się być możliwy do zastosowania i skuteczny w większości przypadków.

Wstęp

Skolioza jest to trójplaszczynowa deformacja kręgosłupa, oprócz skrzywienia w płaszczyźnie czołowej wiąże się z rotacją i torsją kręgów oraz zaburzeniem prawidłowych krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej [1,2]. Nie jest znana przyczyna deformacji – bierze się pod uwagę czynniki genetyczne, hormonalne, anomalie kości i tkanki łącznej oraz dysfunkcje autonomicznego układu nerwowego [3]. Częstość występowania określa się zwykle na 2-3 % populacji, przy założeniu, że zgodnie z definicją skolioza jest to skrzywienie kręgosłupa przekraczające 10° wg Cobba na radiogramie tylnoprzodnym [3,4,5,6]. Skolioza młodzieńcza to skolioza której początek jest po 10 roku życia. Częściej pojawia się u dziewcząt, a progresja skrzywienia (definiowana jako zwiększenie się kąta skrzywienia o ponad 5°) jest naj-

Idiopathic scoliosis is a triplanar spinal deformity of unknown etiology. Surgical treatment is advised in the curves exceeding 45-50°. Scoliosis surgery is connected with big tissue trauma and blood loss, followed by pain and changes in spinal biomechanics in the post-op period. The goal of this study is presentation the rules of post-operation procedures used by the authors. Patients after surgery need individual physiotherapy. Rehabilitation begins from the first day after surgery. In the early post-op period, physiotherapy include breathing exercises, pionization and limb/body exercises. In the next 12 weeks, patient increases intensity of the exercises and physical activity. Between 3 and 12 months after surgery, patient gradually returns to normal life. In the following years, back pain below and above fusion is predominant, and the treatment include suitable exercises and physiotherapy. Conclusions. Physiotherapy after scoliosis surgery is an important part of postoperative care. Depicted outline of treatment seems to be workable and effective in most cases.

wieksza w okresie skoku wzrostowego przed okresem dojrzewania [3]. Rodzaj postępowania terapeutycznego zależy od wielkości skrzywienia oraz stopnia dojrzałości kostnej pacjenta [1,3,7]. Pewne korzyści część pacjentów może uzyskać stosując specyficzne systemy ćwiczeń (PSSE - physiotherapeutic scoliosis-specific exercises), ale dla skolioz przekraczających 20-25° zalecane jest stosowanie gorsetu ortopedycznego [4,7,8]. W skrzywieniach przekraczających 45-50° leczeniem z wyboru jest leczenie operacyjne, zwłaszcza, że skolioza powyżej 50° może pogarszać powiększać się wraz z wiekiem chorego mimo pełnej dojrzałości kostnej [3,5,9]. Złotym standardem leczenia operacyjnego w skoliozie młodzieńczej jest obecnie korekcja ze spondylodezą tylną z użyciem odpowiednich implantów [10,11]. Celem leczenia operacyjnego

jest korekcja deformacji i maksymalne odtworzenie prawidłowych krzywizn kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej, „cena” za to jest usztywnienie części kręgosłupa. Operacja skoliozy to duży uraz tkankowy, wiążący się z utratą krwi, a w okresie pooperacyjnym z bólem i zmienioną mechaniką kręgosłupa.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie zasad postępowania pooperacyjnego w skoliozie idiopatycznej, jakie jest stosowane przez autorów.

Zalecane postępowanie pooperacyjne

• Wczesny okres pooperacyjny (1-5 doba po operacji)

Pacjenci po zabiegu operacyjnym wymagają indywidualnej fizjoterapii. Usprawnianie rozpoczyna się już w pierwszej dobie po operacji. Program rehabilitacji szpitalnej obejmuje:

• Ćwiczenia oddechowe

Celem ćwiczeń oddechowych jest poprawa czynności układu oddechowego poprzez:

- utrzymanie prawidłowej wentylacji płuc;
- utrzymanie ruchomości klatki piersiowej i przepony;
- utrzymanie siły mięśni oddechowych;
- pobudzenie do efektywnego kaszlu [12].

Ćwiczenia te wykonujemy w różnych pozycjach:

- w pozycji leżącej;
- w pozycji leżącej na boku;
- w pozycji siedzącej na łóżku ze spuszczone nogami, a w późniejszych dobach w pozycji stojącej, wspomagane ruchami czynnymi kończyn górnych i kończyn dolnych.

Od pierwszej doby wprowadzane są ćwiczenia oddechowe torem brzuszny, piersiowy (górną i dolno-żebrową) oraz mieszaną. Ilość powtórzeń 10 razy w kilku seriach. Bardzo dobre wyniki daje stosowanie wydechu przez rurkę do butelki z wodą, jako ćwiczenie oddechowe z oporem [12]. Metoda ta aktywizując chorego pozwala na systematyczne, bardzo efektywne i łatwe do kontroli wykonywanie ćwiczeń oddechowych. Można je zastosować już w drugiej dobie po zabiegu operacyjnym. W przypadku zalegania wydzielin wskazane jest zastosowanie drenażu ułożeniowego i oklepywania. Ćwiczenia efektywnego kaszlu wykonuje się zawsze po ćwiczeniach oddechowych [12,13].

• Pionizacja

Wczesna pionizacja pacjenta poprawia

wydolność układu oddechowego oraz ogólną sprawność chorego. W pierwszej dobie stosujemy pionizację małą – pozycja siedząca ze spuszczone nogami. Wykonujemy ją w następujący sposób - pacjent z pozycji leżenia na plecach przechodzi do leżenia na boku uginając kończyny dolne w stawach biodrowych i kolanowych do kąta 90° i następnie z pomocą terapeuty opuszcza kończyny dolne poza łóżko jednocześnie unosząc tułów. Od drugiej doby stosujemy pionizację dużą czyli przejście z pozycji siedzącej do stania. Podejmowana jest również próba marszu w miejscu lub w niewielkiej odległości od łóżka z użyciem lub bez balkonika w zależności od stanu pacjenta. W kolejnych dobach dążymy do samodzielnego pełnego uruchomienia pacjenta i zwiększenia dystansu poruszania się [1].

• Ćwiczenia

Dużą rolę w powrocie do sprawności pacjenta odgrywają ćwiczenia, które wpływają korzystnie na sprawność i kondycję chorych. Od pierwszej doby wprowadza się ćwiczenia czynne kończyn górnych i dolnych. Rozpoczyna się je od dystalnych części kończyn w pozycjach izolowanych (leżenie, siad). Stosowane są również ćwiczenia izometryczne często oparte na synergizmach mięśniowych. W kolejnych dobach w miarę czynionych postępów i wzrastających możliwości pacjent przechodzi do ćwiczeń w staniu i zwiększa ich intensywność. We wczesnym okresie pooperacyjnym unika się ćwiczeń długimi dźwigniami i statycznych jako zbyt obciążających i wykonywanych często przy zatrzymaniu oddechu [12].

Od trzeciej-czwartej doby, w miarę możliwości pacjenta, stosowane są ćwiczenia czynne przed lustrem. Ćwiczenia te wykonywane są z ograniczeniem rotacji i maksymalnego zgięcia tułowia. Celem ich jest wzmocnienie mięśni obręczy kończyn górnych i tułowia, rozluźnienie mięśni i przywrócenie równowagi napięciowej co wpływa korzystnie na prawidłowy balans tułowia. Balans tułowia jest zmieniony po operacji samym faktem korekcji deformacji, a odtworzenie prawidłowego położenia tułowia jest w tym czasie szczególnie ważne.

• Późny okres pooperacyjny (do 12 tygodni od operacji)

Po wyjściu ze szpitala pacjent kontynuuje rehabilitację zwiększając jej intensywność. Ważna jest kontynuowanie przede wszystkim wyuczonych ćwiczeń oddechowych. Pacjent wstaje z łóżka (wyuczona metoda) i chodzi coraz więcej, zaczyna chodzić na spacerach. Można stopniowo włączać ćwiczenia ogólnousprawniające, izokinetyczne, izotoniczne celem wzmocnienia gorszego mięśniowego. Przez pierwsze trzy

miesiące można podnosić przedmioty o wadze do 1-2 kg i należy pamiętać, aby unikać pochylania do przodu podczas podnoszenia przedmiotów z ziemi (kręgosłup w czasie tych czynności powinien być wyprostowany, a podnoszenie należy zaczynać od przysiadu).

• Okres powrotu do zwykłego trybu życia (od 3 do 12 miesiąca po operacji).

Zwiększa się intensywność ogólnej aktywności pacjenta. Można kontynuować ćwiczenia ogólnousprawniające, izokinetyczne, izotoniczne. Standardowo nie jest potrzebna w tym czasie żadna specjalistyczna rehabilitacja. Dodatkową fizjoterapię należy rozważyć jedynie u tych pacjentów, którzy podczas wizyty kontrolnej w Poradni ortopedycznej po 3 miesiącach od operacji chodzą „nienaturalnie sztywno”, i obawiają się jakiegokolwiek ruchu tułowia. Ciężar podnoszonych przedmiotów może ulec zwiększeniu, ale sposób ich podnoszenia pozostaje ten sam (na ugiętych nogach). Zalecana jest różnorodna aktywność fizyczna, np. spacer, pływanie (styl klasyczny i grzbietowy), jazda na rowerze (po płaskim terenie). Przeciwwskazana jest akrobatyka i pływanie stylem motylkowym. W kolejnych miesiącach zachęcamy do stopniowego powrotu do normalnej aktywności życiowej. Sporty wiążące się z ryzykiem upadku i/lub przeciążeniami w zakresie struktur kręgosłupa można amatorsko uprawiać już od roku po operacji, np. jazda na nartach, siatkówka, koszykówka, windsurfing, itp.

• Problemy późne

Najczęstszym problemem pojawiającym się po pewnym czasie u pacjentów po zabiegu operacyjnym z powodu skoliozy są dolegliwości bólowe kręgosłupa poniżej lub powyżej instrumentarium wynikające z przeciążenia i pojawiającej się tutaj nadmiernej ruchomości. Czynnikiem wywołującym te problemy często jest ciąża, zwłaszcza jeśli związana jest ze znacznym przyrostem wagi. Zespół bólowy „sąsiedniego segmentu” może być pierwszym sygnałem rozwijających się na tym poziomie wczesnych zmian zwyrodnieniowych. W postępowaniu terapeutycznym stosuje się szczególnie systemy wspomaganie stabilizacji czynnej za pomocą ćwiczeń mięśni głębokiej stabilizacji tułowia. W celu poprawy stabilizacji dolnej lub górnej okolicy ciała wykorzystywane są także techniki PNF (naprzemiennych skurczów izometrycznych i rytmicznej stabilizacji) [14,15]. Skupiają się one przede wszystkim na skurczach izometrycznych co ma za zadanie zwiększenie stabilności w danej pozycji ciała [15]. Dodatkowo można zastosować Kinesiology Taping (aplikacja stabilizująca) [16]. Dz-

iałanie przeciwbólowe i rozluźniające mięśnie możemy dodatkowo osiągnąć stosując niektóre zabiegi fizykalne np. magnetronik, tens, laser, światło spolaryzowane (do stosowania raczej poza zakresem implantów), hydroterapię [17,18]. Po ustąpieniu ostrych objawów bólowych należy do terapii włączyć elementy tzw. „zdrowego trybu życia” czy też „szkoły zdrowych pleców”.

Omówienie

Operacja w skoliozie idiopatycznej jest to stosunkowo rozległy zabieg, dostęp do kręgosłupa wiąże się z odpreparowaniem wielu mięśni- także tych biorących udział w oddychaniu czy stabilizacji tułowia. Śródoperacyjna utrata krwi może być znaczna, choć zwykle nie przekracza 500ml [19].

Ustawienie kręgosłupa w skorygowanej pozycji (z użyciem implantów) mocno zmienia położenie kręgosłupa względem tułowia w przestrzeni i może nie przystawać do wcześniejszych wzorców balansu tułowia danego pacjenta. Dlatego konieczna jest odpowiednia fizjoterapia pooperacyjna, kształtowana w oparciu o schemat, ale z możliwością jej indywidualizacji [1].

Głównym celem fizjoterapii bez pośrednio po operacji jest taka poprawa stanu pacjenta, aby można go było bezpiecznie wypisać do domu [5]. Stąd też nasze działania skoncentrowane są w tym okresie nie tylko na skutecznej walce z bólem, ale też na stopniowym uruchamianiu pacjenta. Większość chirurgów jest zgodna co do zasady: siadanie jest zalecane w pierwszej dobie, wstawanie w 1-2 dobie po operacji [20]. Tzw. „szybką ścieżkę” rehabilitacji pooperacyjnej opisał Fletcher, z dość agresywną rehabilitacją w pierwszych dobach po operacji, w kilku sesjach dziennie [21]. Skróciło to czas hospitalizacji do niecałych 3 dni po operacji, ale nie jesteśmy pewni, czy ten system jest do zastosowania w każdym kraju. Również Sanders i wsp podkreślili, że intensywne rehabilitacja w pierwszych dobach pozwalała skrócić czas hospitalizacji [19]. Pionizacja nie jest jedynym zadaniem fizjoterapeutów w tym czasie. W pierwszych dobach po operacji skoliozy dramatycznie pogarsza się funkcja mięśni oddechowych. Hipoksemia jak i zaburzenie w spirometrii są stałymi objawami w pierwszych dwóch dobach po operacjach wg Parfrey’a i wsp. [22]. Lin ocenił, że pogorszenie parametrów oddechowych u chorych po operacji skoliozy jest istotnie większe niż po innych operacjach ortopedycznych [23]. Yuan badał spirometrię przed i po operacyjną. Obserwował on pogorszenie aż do połowy wartości przedoperacyjnych, trwające przez tydzień, z maksymalnym obniżeniem w trzeciej dobie po operacji [24]. Dlatego szczególną wagę przykładamy do ćwiczeń oddechowych: zaczynamy je w pierwszej dobie, a pac-

jent powinien je kontynuować także po wyjściu ze szpitala wg zaleconego schematu. Wartość rehabilitacji oddechowej jest nie do przecenienia. Ograniczenie wydolności oddechowej to większe ryzyko powikłań ze strony układu oddechowego, ale też może nakładać się na problemy żywieniowe (a przecież prawie 1/3 pacjentów notuje znaczny spadek wagi po operacji skoliozy) [25].

Stopniowy powrót do normalnej aktywności to kolejne miesiące po operacji. Jednym z czynników wydłużających ten okres jest właśnie znaczny spadek wagi po operacji [25]. Sugerujemy naszym pacjentom powrót do szkoły między 12 a 14 tygodniem po operacji, i jest to zgodne z doniesieniami innych autorów [5,25]. Skrzywienia przekraczające przed operacją 70o są czynnikiem wpływającym na dłuższy okres powrotu do aktywności szkolnej wg Taranta [26]. Opinie dotyczące powrotu do aktywności sportowej są bardziej zróżnicowane. Badanie ankietowe wśród członków Scoliosis Research Society wykazało że zalecali oni powrót do sportów „nie-kontaktowych” między 6 miesięcy a rok od operacji, a do sportów „kontaktowych”: po upływie roku [27]. Zgadza się to z naszymi zaleceniami, gdzie stopniowy powrót do sportu zalecamy od 3 do 12 miesiąca po operacji.

Późne dolegliwości bólowe w zakresie (głównie) kręgosłupa lędźwiowego poniżej spondylodezy wg Takayamy pojawiają się z taką samą częstotliwością, jak w zdrowej populacji [28]. Mimo to uważa się, że spondylodeza tylna ogranicza ruchomość kręgosłupa w swoim zakresie, co może dawać nadmierną ruchomość poza jej granicami. Dodatkowo zaburzona/ osłabiona jest funkcja mięśni przykręgosłupowych [5]. To może prowadzić do problemów przy niektórych aktywnościach sportowych – wtedy zaleca się specjalną, indywidualną fizjoterapię nastawioną na poprawę balansu i głębokiej stabilizacji tułowia celem wykorzystania mechanizmów kompensujących sztywność kręgosłupa [5,29]. Ryzyko przeciążenia segmentu „sąsiedniego” i pojawiania się bólów kręgosłupa to problem w dłuższym okresie obserwacji [30]. Dlatego uważamy, że u pacjentów po operacji skoliozy przed laty, należy prawidłowo reagować na wczesne sygnały przeciążenia sąsiedniego segmentu, włączając właściwą fizjoterapię i ucząc tzw. „zdrowego trybu życia” jako profilaktyki zaawansowanych bólów krzyża na tle zmian zwyrodnieniowych [31].

Wnioski

Fizjoterapia po operacjach kręgosłupa z powodu skoliozy stanowi ważny element opieki pooperacyjnej; Przedstawiony schemat postępowania wydaje się być możliwy do zastosowania i skuteczny w większości przypadków.

Piśmiennictwo

1. **Zarzycki D, Zarzycki M.** Fizjoterapia w bocznych idiopatycznych skrzywieniach kręgosłupa leczonych operacyjnie. W: Wielka Fizjoterapia tom2, pod red. Sliwiński Z, Sieroń A. Elsevier Urban &Partner, Wrocław 2014, 44-49.
2. **Jada A, Mackel CE, Hwang SW, Samdani AF, Stephen JH, Bennett JT, Baaj AA.** Evaluation and management of adolescent idiopathic scoliosis: a review. *Neurosurg Focus.* 2017;43(4):E2.
3. **Yaman O, Dalbayrak S.** Idiopathic scoliosis. *Turk Neurosurg.* 2014;24(5):646-57.
4. **Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, Czaprowski D, Schreiber S, de Mauroy JC, Diers H, Grivas TB, Knott P, Kotwicki T, Lebel A, Marti C, Maruyama T, O'Brien J, Price N, Parent E, Rigo M, Romano M, Stikeleather L, Wynne J, Zaina F.** 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord.* 2018;13:3.
5. **Ramirez JM, Ebersson CP.** The Role of Rehabilitation in the Management of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *R I Med J* (2013). 2017;100(11):22-25.
6. **Tambe AD, Panikkar SJ, Millner PA, Tsirikos AI.** Current concepts in the surgical management of adolescent idiopathic scoliosis. *Bone Joint J.* 2018;100-B(4):415-424.
7. **Negrini S, Antonini G, Carabalona R, Minozzi S.** Physical exercises as a treatment for adolescent idiopathic scoliosis. A systematic review. *Pediatr Rehabil* 2003;6:227-235.
8. **Berdishvsky H, Lebel VA, Bettany-Saltikov J, Rigo M, Lebel A, Hennes A, Romano M, Bialek M, M'hango A, Betts T, de Mauroy JC, Durmala J.** Physiotherapy scoliosis-specific exercises - a comprehensive review of seven major schools. *Scoliosis Spinal Disord.* 2016;11:20.
9. **Weinstein SL, Ponseti IV.** Curve progression in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1983;65:447-455.
10. **El-Hawary R, Chukwunyerena C.** Update on evaluation and treatment of scoliosis. *Pediatr Clin North Am.* 2014;61(6):1223-1241.
11. **Kim HJ, Blanco JS, Widmann RF.** Update on the management of idiopathic scoliosis. *Curr Opin Pediatr.* 2009;21(1):55-64.
12. **Roslowski A, Woźniowski M.** Fizjoterapia oddechowa. Wydawnictwo AWF Wrocław, Wrocław 1978; 85-86.
13. **Nowotny J, Saulicz E, Gieremek K.** Podstawy Fizjoterapii. Wydawnictwo AWF Katowice, Katowice 2000; 287-291.
14. **Adler SS, D. Beckers D, Buck M.** PNF w praktyce. Ilustrowany przewodnik. DB Publishing, Warszawa 2009; 169-184.
15. **Chambliss T, Jeremiason C.** Proprioceptywne nerwowo-mięśniowe torowanie. W: Techniki terapeutyczne w fizjoterapii neurolo-

gicznej, Red. Kessler M. Wydawnictwo Elsevier Urban&Partner, Wrocław 2012.

16. **Mikołajewska E.** Kinesiotaping w pediatrii. Wydawnictwo WNT, Warszawa 2013; 52-68.

17. **Bauer A, Wiecheć M.** Przewodnik metodyczny po wybranych zabiegach fizykalnych. Red. Sliwiński Z. Wydawnictwo Markmed Rehabilitacja s.c. Ostrowiec Św. 2012; 131-132, 351-360, 384-388.

18. **Mika T.** Fizykoterapia. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1996; 49-59. Sanders AE, Andras LM, Sousa T, Kissinger C, Cucchiario G, Skaggs DL. Accelerated Discharge Protocol for Posterior Spinal Fusion Patients With Adolescent Idiopathic Scoliosis Decreases Hospital Postoperative Charges 22. *Spine (Phila Pa 1976)* 2017;42(2):92-97.

19. **Sanders JO, Haynes R, Lighter D, Niederpruem M, Hollenback C, Johnson L, Nomura S, Arndt D, Bush P, Santiago J, King R, Trotter T.** Variation in care among spinal deformity surgeons: results of a survey of the Shriners hospitals for children. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007;32(13):1444-1449.

20. **Fletcher ND, Andras LM, Lazarus DE, Owen RJ, Geddes BJ, Cao J, Skaggs DL, Oswald TS, Bruce RW Jr.** Use of a Novel Pathway for Early Discharge Was Associated With a 48% Shorter Length of Stay After Posterior Spinal Fusion for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2017;37(2):92-97.

21. **Parfrey PS, Harte PJ, Quinlan JP, Brady MP.** Pulmonary function in the early postoperative period. *Br J Surg*, 1977(6):384-389.

22. **Lin HY, Nash CL, Herndon CH, Andersen NB.** The effect of corrective surgery on pulmonary function in scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*, 1974;56(6):1173-1179.

23. **Yuan N, Fraire JA, Margetis MM, Skaggs DL, Tolo VT, Keens TG.** The effect of scoliosis surgery on lung function in the immediate postoperative period. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30(19):2182-2185.

24. **Tarrant RC, O'Loughlin PF, Lynch S, Queally JM, Sheeran P, Moore DP, Kiely PJ.** Timing and predictors of return to short-term functional activity in adolescent idiopathic scoliosis after posterior spinal fusion: a prospective study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2014;39(18):1471-1478.

25. **Tarrant RC, Queally JM, O'Loughlin PF, Sheeran P, Moore DP, Kiely PJ.** Preoperative curves of greater magnitude (>70°) in adolescent idiopathic scoliosis are associated with increased surgical complexity, higher cost of surgical treatment and a delayed return to function. *Ir J Med Sci* 2016;185(2):463-471.

26. **Rubery PT, Bradford DS.** Athletic activity after spine surgery in children and adolescents: results of a survey. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002;27(4):423-7.

27. **Takayama K, Nakamura H, Matsuda H.** Low back pain in patients treated surgically for scoliosis: longer than sixteen-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009;34(20):2198-204.

28. **Szabuniewicz S, Orlikowska A, Niesluchowski W.** Ćwiczenia stabilizacji głębokiej. W.: Ćwiczenia usprawniające kręgosłup. Wydawnictwo Harmonia Universalis, Gdańsk, 2011; 94-120.

29. **Danielsson AJ, Wiklund I, Pehrsson K, Nachemson AL.** Health-related quality of life in patients with adolescent idiopathic scoliosis: a matched follow-up at least 20 years after treatment with brace or surgery. *Eur Spine J* 2001;10(4):278-288.

30. **Kiwerski JE, Czerniewska K.** Kręgosłup. W.: Fizjoterapia w ortopedii. Red. D. Białoszewski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2014;149-178.