

ZASTOSOWANIE METODY BIOFEEDBACKU W TERAPII SKOLIOZ NISKOSTOPNIOWYCH - WPROWADZENIE DO METODY SKOL-AS - CZĘŚĆ 1

THE USE OF BIOFEEDBACK METHOD IN LOW-GRADE SCOLIOSIS THERAPY - THE INTRODUCTION TO SKOL-AS METHOD - PART 1



ANNA M. KAMELSKA-SADOWSKA

KLINIKA REHABILITACJI, WOJEWÓDZKI
SPECJALISTYCZNY SZPITAL DZIECIĘCY W OLSZTYNIE

HALINA PROTASIEWICZ-FAŁDOWSKA

KATEDRA REHABILITACJI, WYDZIAŁ NAUK
MEDYCZNYCH, UNIwersYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI,
CENTRUM REHABILITACJI HUMANUS

KATARZYNA ZABOROWSKA-SAPETA

KLINIKA REHABILITACJI, WOJEWÓDZKI
SPECJALISTYCZNY SZPITAL DZIECIĘCY W OLSZTYNIE,
KATEDRA REHABILITACJI, WYDZIAŁ NAUK MEDYCZNYCH,
UNIwersYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI

JACEK J. NOWAKOWSKI

KATEDRA EKOLOGII I OCHRONY ŚRODOWISKA,
UNIwersYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE

LIDIA ZAKRZEWSKA

CENTRUM REHABILITACJI HUMANUS

IRENEUSZ M. KOWALSKI

KLINIKA REHABILITACJI, WOJEWÓDZKI SPECJALISTYCZNY
SZPITAL DZIECIĘCY W OLSZTYNIE, KATEDRA REHABILITACJI,
WYDZIAŁ NAUK MEDYCZNYCH, UNIwersYTET
WARMIŃSKO-MAZURSKI

Lidia Zakrzewska (po lewej) i Halina Protasiewicz-Fałdowska,
Centrum HUMANUS, Olsztyn

Zgodnie z wytycznymi Scoliosis Research Society (SRS) młodzieńczą idiopatyczną skoliozę (AIS) definiuje się jako co najmniej 10-stopniowe boczne skrzywienie kręgosłupa mierzone metodą Cobba [1] na radiogramie wykonanym w projekcji przednio-tylnej w pozycji stojącej [2]. Istotą AIS jest postępująca deformacja kręgosłupa i tułowia w okresie przyspieszonego wzrastania wynikająca z trój płaszczyznowych przemieszczeń kręgosłupa oraz trój płaszczyznowych zniekształceń wzrostowych poszczególnych kręgów.

SŁOWA KLUCZOWE:

| skolioza | SKOL-AS
| biofeedback | fizjoterapia
| kinezyterapia

KEYWORDS:

| scoliosis | SKOL-AS
| biofeedback | physiotherapy
| kinesiotherapy

Terapia pacjentów z idiopatyczną skoliozą uzależniona jest od wieku oraz okresu wzrostu pacjenta, kąta skrzywienia oraz jego kierunku, a także typu skoliozy oraz ryzyka progresji [3].

Wytyczne Society of Scoliosis Orthopedic Rehabilitation and Treatment (SOSORT) precyzyjnie określają kierunki terapii, które powinny być zawsze zindywidualizowane [4]. Wśród stosowanych metod wyróżnia się obserwację, kinezyterapię [5], gorsetowanie [6, 7], terapię manualną [8] oraz leczenie operacyjne [9].

Kinezyterapia, a ściślej ćwiczenia specyficzne dla skolioz (*Physiotherapeutic Scoliosis Specific Exercise – PSSE*) mają udokumentowaną skuteczność terapeutyczną oraz są w Europie powszechnie stosowane [10–13]. Głównym celem ćwiczeń jest zmniejszenie ryzyka progresji oraz poprawa kontroli posturalnej pacjentów [13, 14]. Zasadniczym elementem stosowanych ćwiczeń jest nauka pacjenta utrzymania aktywnej autokontroli i elongacji kręgosłupa.

Budowanie prawidłowych wzorców ruchowych oraz postawy w przypadku skolioz idiopatycznych wymaga długotrwałego i precyzyjnego treningu. Występowanie niskostopniowej skoliozy w odcinku lędźwiowym może skutkować zwiększeniem lordozy lędźwiowej w pozycji stojącej [15]. Zastosowanie urządzeń pomiarowych, które dostarczają pacjentowi informację zwrotną o poprawności autokorekcji, przyspieszają proces edukacji oraz umożliwiają precyzyjną kontrolę terapii [16].

Istnieją doniesienia o skuteczności w utrzymaniu autokontroli postawy dzięki urządzeniom z dźwiękowym alarmem reagującym na niepożądaną zmianę pozycji [17]. Aparat SKOL-AS jest nowatorskim urządzeniem zawierającym elementy metody biofeedback, czyli informacji zwrotnej dla pacjenta o wartości siły korekcyjnej wywieranej przez pacjenta na stabilizery w trakcie ćwiczeń (widocznej na manometrach). Pomysłodawcy urządzenia opracowali również metodologię i koncepcję terapii [18, 19].

Celem pracy jest przedstawienie trójpłaszczyznowej terapii skolioz niskostopniowych z użyciem aparatu SKOL-AS.

Opis metody badań

Metoda trójpłaszczyznowej terapii skolioz połączona z biofeedbackiem – SKOL-AS

Do terapii skolioz w pozycji leżącej i siedzącej wykorzystuje się aparat SKOL-AS, który jest skonstruowany z elementów stabilizujących oraz korygujących tułów pacjenta (zdzj. 1). W skład elementów stabilizujących wchodzi: dwie peloty stabilizujące miednicę, dwie peloty reklinujące, ustawiane w okolicy szczytu skrzywienia pierwotnego, dwie peloty po stronie wklęsłej skrzywienia połączone ze stabilizorem zakończonym manometrem oraz pelota umieszczana na szczycie głowy ze stabilizorem zakończonym manometrem (do terapii w pozycji siedzącej – zdj. 2).



1 Aparat SKOL-AS do pracy w pozycji leżącej u pacjentki ze skoliozą dwutukową (lędźwiową lewostronną i piersiową prawostronną). Peloty reklinujące ustawiono na szczycie skrzywień kręgosłupa po stronie lewej (odcinek lędźwiowy) oraz prawej (odcinek piersiowy). Prawe ramię pacjenta wykonuje ruch do depresji tylnej łopatki z jednoczesnym otwarciem przestrzeni międzyżebrowych klatki piersiowej po stronie lewej [dane własne, zdjęcie wykonane w Centrum Rehabilitacji Humanus]



2 Aparat SKOL-AS do pracy w pozycji siedzącej u pacjentki ze skoliozą piersiową lewostronną. Pacjentka wykonuje ruch prawym ramieniem w kierunku elewacji przedniej łopatki z wykorzystaniem gumy Thera-Band. Lewe ramię pacjentki wykonuje ruch do depresji tylnej łopatki [dane własne, zdjęcie wykonane w Centrum Rehabilitacji Humanus]



3 Przykład ćwiczenia w pozycji siedzącej u pacjentki ze skoliozą lędźwiową lewostronną i piersiową prawostronną. Po stronie wypukłej skrzywienia pod pośladkiem umieszczono zwinięty ręcznik. Pacjentka dodatkowo wykonuje rotację w lewą stronę w odcinku piersiowym. Lewe ramię podąża w kierunku elewacji przedniej łopatki [dane własne, zdjęcie wykonane w Centrum Rehabilitacji Humanus]

Terapię specjalistyczną prowadzi się przez okres minimum trzech miesięcy. Cykl terapii obejmuje 24 spotkania, które odbywają się dwa razy w tygodniu i trwają po 30 minut. Umieszczenie pelot w płaszczyźnie czołowej podyktowane jest regionem występowania szczytu skoliozy i opiera się na wyniku zdjęcia RTG. W pierwszej kolejności ustawia się peloty stabilizujące w obrębie grzebieni biodrowych w celu stabilizacji miednicy. Pelota korygująca jest przykładana w okolicy szczytu łuku skrzywienia pierwotnego po stronie wypukłej. Po stronie wklęsłej przykładana się pelotę z manometrem, co umożliwia ocenę wzrokową w biofeedbacku przez pacjenta w celu skontrolowania pracy mięśni głębokich lub oddechu. W celu korekcji trójpłaszczyznowej stosuje się peloty derotacyjne. W pozycji siedzącej łańcuch zamknięty tworzy pelota na szczycie głowy połączona z manometrem umożliwiającą kontrolę wzrokową przez pacjenta w celu elongacji tułowia. Podczas pierwszych ośmiu spotkań pacjenci uczą się pracować z biofeedbackiem w pozycji leżenia tyłem. Pozostały czas, czyli 16 spotkań, jest przeznaczony do terapii w pozycji siedzącej.

Poszczególne sesje przedstawiają się następująco:

Pozycja leżąca:

- 1.-2. sesja - 15 minut treningu biofeedbacku + 15 minut pracy w aparacie SKOL-AS
- 3.-4. sesja - 10 minut treningu biofeedbacku + 20 minut SKOL-AS
- 5.-8. sesja - 30 minut SKOL-AS

Pozycja siedząca:

- 9.-24. sesja - 30 minut SKOL-AS

Ostatnie cztery sesje zawierają dodatkowo ćwiczenia autokorekcji postawy w pozycji stojącej przed lustrem. Praca efektywna wykonana przez pacjenta odbywa się przy włączeniu mięśni głębokich przez pacjenta, kontroli wzrokowej i uzyskaniu na manometrze > 40 mmHg. Ruch korekcyjny tułowia wraz z kontrolą wzrokową pacjenta na manometrze wynosi 5–10 sekund w różnych kombinacjach ćwiczebnych również z użyciem gum Thera-band i oporu po wklęsłej stronie skrzywienia dla wzmocnienia czynnego efektu korekcyjnego. Dodatkowo w terapii wykorzystuje się elementy metod Lehnert-Shrott oraz PNF.

Efekty terapii z użyciem aparatu SKOL-AS przedstawiono w kolejnej części artykułu. ■

Dziękujemy wszystkim lekarzom oraz fizjoterapeutom, którzy mieli okazję z nami współpracować, m.in. mgr. Andrzejowi Stolarzowi, prof. ndzw. dr. hab. Andrzejowi Suchanowskiemu oraz pracownikom firmy Terma Sp. z o.o., Czapple, Gdańsk, tj. Pani Izabeli Adamskiej oraz Panu Marcinowi Gryszpanowiczowi. Autorem fotografii zamieszczonych w artykule jest dr n. kf.; dr n. biol. Anna Malwina Kamelska-Sadowska

PIŚMIENNICTWO

1. Cobb J.R. Outline for the study of scoliosis. AAOS Instr Course Lec 1948; 5: 261–275.
2. Cassar-Pullicino V.N., Eisenstein S.M. Imaging in scoliosis: what, why and how? Clin Radiol 2002; 57: 543–562.
3. Anderson S.M. Spinal curves and scoliosis. Radiol Technol 2007; 79 [1]: 44–65.
4. Negrini S., Aulisa A.G., Aulisa L. i wsp. The International Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment. Guidelines on "Standards of management in idiopathic scoliosis with corrective braces in everyday clinics and in clinical research": SOSORT consensus 2008. Scoliosis 2009; 4[2]: 2–15.
5. Kalichman L., Kendelker L., Bezalet T. Bracing and exercise-based treatment for idiopathic scoliosis. J Bodyw Mov Ther 2016; 20: 56–64.
6. Harshavardhana N.S., Lonstein J.E. Results of Bracing for Juvenile Idiopathic Scoliosis. Spine Deformity 2018; 6: 201–206.
7. Zaborowska-Sapeta K., Giżewski T., Binkiewicz-Glińska A. i wsp. The duration of Chêneau brace correction in patients with adolescent idiopathic scoliosis. AOTT 2018, In press, corrected proof.
8. Lotan S., Kalichman L. Manual therapy treatment for adolescent idiopathic scoliosis. Journal of Bodywork and Movement Therapies, In press, corrected proof, Available online 3 February 2018.
9. Odent T., Ilharreborde B., Miladi L. i wsp. Scoliosis Study Group (Groupe d'étude de la scoliose), the French Society of Pediatric Orthopedics (SOFOP). Fusionless surgery in early-onset scoliosis. Orthop Traumatol Surg Res 2015; 101: s281–s288.
10. Bettany-Saltikov J., Parent E., Romano M. i wsp. Physiotherapeutic scoliosis-specific exercises for adolescents with idiopathic scoliosis. Eur J Phys Rehabil Med 2014; 50: 111–121.
11. Monticone M., Ambrosini E., Cazzaniga D., i wsp. Active self-correction and task-oriented exercises reduce spinal deformity and improve quality of life in subjects with mild adolescent idiopathic scoliosis. Results of a randomised controlled trial. Eur Spine J 2014; 23[6]: 1204–1214.
12. Schreiber S., Parent E.C., Hill D.L. i wsp. Schroth physiotherapeutic scoliosis-specific exercises for adolescent idiopathic scoliosis: how many patients require treatment to prevent one deterioration? – results from a randomized controlled trial – "SOSORT 2017 Award Winner". Scoliosis Spinal Disord 2017; 12: 26.
13. Berdishevsky H., Lebel V.A., Bettany-Saltikov J. Physiotherapy scoliosis-specific exercises – a comprehensive review of seven major schools. Scoliosis Spinal Disord 2016; 11: 20.
14. Weiss H.R., Weiss G., Petermann F. Incidence of curvature progression in idiopathic scoliosis patients treated with scoliosis in-patient rehabilitation (SIR): an age- and sex-matched controlled study. Pediatr Rehabil 2003; 6: 23–30.
15. Kowalski I.M., Protasiewicz-Fałdowska H., Siwik P. i wsp. Analysis of the sagittal plane in standing and sitting position in girls with left lumbar idiopathic scoliosis. Pol Ann Med. 2013; 20: 30–34.
16. Pennella D., Maselli F., Giovannico G. i wsp. Effectiveness of pressure biofeedback/pbu (pressure biofeedback unit) in the process of learning of self-correction in patients with scoliosis: a pilot study. Scoliosis 2013, 8 [Suppl 1]: P10.
17. Wong M.S., Mak A.F., Luk K.D. i wsp. Effectiveness of audio-biofeedback in postural training for adolescent idiopathic scoliosis patients. Prosthet Orthot Int 2001, 25: 60–70.
18. Suchanowski A., Stolarz A., Rachenik H., Zawadzka W. Poprawność metodyczna terapii bocznych skrzywień kręgosłupa i potwierdzenie jej skuteczności na podstawie wstępnych analiz RTG i rejestracji EMG – cz. I. Rehabilitacja w praktyce 2015; 4: 44–46.
19. Suchanowski A., Stolarz A., Rachenik H., Zawadzka W. Poprawność metodyczna terapii bocznych skrzywień kręgosłupa i potwierdzenie jej skuteczności na podstawie wstępnych analiz RTG i rejestracji EMG – cz. II. Rehabilitacja w praktyce 2015; 5: 37–39.

ZASTOSOWANIE METODY BIOFEEDBACKU W TERAPII SKOLIOZ NISKOSTOPNIOWYCH – EFEKTY METODY SKOL-AS – CZĘŚĆ 2

THE USE OF BIOFEEDBACK METHOD IN LOW-GRADE SCOLIOSIS THERAPY - THE EFFECTS OF SKOL-AS METHOD - PART 2

ANNA M. KAMELSKA-SADOWSKA

KLINIKA REHABILITACJI, WOJEWÓDZKI SPECJALISTYCZNY SZPITAL DZIECIĘCY W OLSZTYNIE

HALINA PROTASIEWICZ-FAŁDOWSKA

KATEDRA REHABILITACJI, WYDZIAŁ LEKARSKI, COLLEGIUM MEDICUM, UNIwersYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI, CENTRUM REHABILITACJI „HUMANUS”

KATARZYNA ZABOROWSKA-SAPETA

KLINIKA REHABILITACJI, WOJEWÓDZKI SPECJALISTYCZNY SZPITAL DZIECIĘCY W OLSZTYNIE, KATEDRA REHABILITACJI, WYDZIAŁ LEKARSKI, COLLEGIUM MEDICUM, UNIwersYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI

JACEK J. NOWAKOWSKI

KATEDRA EKOLOGII I OCHRONY ŚRODOWISKA, UNIwersYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE

LIDIA ZAKRZEWSKA

CENTRUM REHABILITACJI „HUMANUS”

IRENEUSZ M. KOWALSKI

KLINIKA REHABILITACJI, WOJEWÓDZKI SPECJALISTYCZNY SZPITAL DZIECIĘCY W OLSZTYNIE, KATEDRA REHABILITACJI, WYDZIAŁ LEKARSKI, COLLEGIUM MEDICUM, UNIwersYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI



Pracownicy Katedry i Kliniki Rehabilitacji (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie) oraz Centrum Rehabilitacji „Humanus” w Olsztynie. Górny rząd (od lewej): dr n. kf., dr n. biol. Anna Malwina Kamelska-Sadowska, lic. Lidia Zakrzewska. Dolny rząd (od lewej): dr n. med. Halina Protasiewicz-Fałdowska, prof. dr hab. n. med. Ireneusz Marek Kowalski, dr n. med. Katarzyna Zaborowska-Sapeta

Zgodnie z wytycznymi Scoliosis Research Society (SRS) młodzieńczą idiopatyczną skoliozę (AIS) definiuje się jako co najmniej 10-stopniowe boczne skrzywienie kręgosłupa mierzone metodą Cobba [1] na radiogramie wykonanym w projekcji przednio-tylnej w pozycji stojącej [2]. Nieleczona AIS znacznie progresuje i w przypadkach, gdy kąt Cobba przekroczy 100°, prowadzi do przedwczesnej śmierci z powodu wtórnej niewydolności oddechowo-krążeniowej [3].

SŁOWA KLUCZOWE:

| skolioza | SKOL-AS | biofeedback
| fizjoterapia | kinezyterapia

KEYWORDS:

| scoliosis | SKOL-AS | biofeedback
| physiotherapy | kinesiotherapy

W etiologii młodzieńczej idiopatycznej skoliozy upatruje się rolę dziedziczenia [4], m.in. defektu genu CHD7 [5]. Badania naukowe dotyczą również genetycznego dziedziczenia w obrębie budowy tkanki łącznej, której odmienna struktura mogłaby mieć wpływ na rozwój AIS [6].

Obserwacje dotyczące rozwoju skoliozy u zwierząt, którym usunięto szyszynkę, zasugerowały, że powstanie deformacji jest spowodowane niedoborem melatoniny, która może mieć swój udział w etiologii AIS [7].

Niektórzy badacze etiologię AIS wiążą z podwyższonym poziomem kalmoduliny – białka wpływającego na kurczliwość mięśni szkieletowych [8]. Szczególnie wysokie stężenie kalmoduliny stwierdzono u pacjentów z dużym kątem skrzywienia kręgosłupa i szybką progresją. Na uwagę zasługuje fakt, że wcześniej wspomniana melatonina ma działanie antagonistyczne do kalmoduliny [7].

Metoda biofeedbacku

Wytyczne Society of Scoliosis Orthopedic Rehabilitation and Treatment (SOSORT) precyzyjnie określają kierunki terapii skolioz idiopatycznych [9]. Biofeedback, czyli biologiczne sprzężenie zwrotne, to metoda szeroko wykorzystywana w psychologii,

medycynie, sporcie oraz biznesie. W rehabilitacji biofeedback stopniowo zyskuje uznanie i stałe miejsce w terapii. W ostatnim czasie metodę tę wprowadzono również do terapii skolioz.

Specyficzny system sensoryczno-sygnałowy został użyty w celu autokorekcji niepożądanego położenia ciała. Analiza biomechaniczna pacjentów z użyciem systemu Spinalmouse® udowodniła, że po czterogodzinnej sesji z wykorzystaniem biofeedbacku postawa ciała istotnie się poprawiła [10, 11]. Wykazano również, że metoda biofeedbacku z wykorzystaniem elektromiografii (sEMG) pozwala na terapię posturalną pacjentów z AIS [12].

Metodę biofeedbacku wykorzystano również w technologii gorsetowania (Dynamic Spine-Cor) [13], a także w terapii z użyciem aparatu SKOL-AS. Pomysłodawcy urządzenia opracowali metodologię i koncepcję terapii [14, 15]. Podstawy terapii z użyciem urządzenia SKOL-AS zostały przedstawione we wcześniejszym opracowaniu [16].

Cel badań

Celem badań było przedstawienie efektów trójplaszczynowej terapii skolioz niskostopniowych z użyciem aparatu SKOL-AS. Cele szczegółowe obejmowały badanie kliniczne postawy ciała przeprowadzone przed rozpoczęciem terapii, kontrolne po za-



1 Aparat SKOL-AS do pracy w pozycji leżącej u pacjentki ze skoliozą dwukową (łędźwiową lewostronną i piersiową prawostronną). Peloty reklinujące ustawiono na szczycie skrzywień kręgosłupa po stronie lewej (odcinek łędźwiowy) oraz prawej (odcinek piersiowy). Ramiona pacjentki skrzyżowane na klatce piersiowej (dane własne, zdjęcie wykonane w Centrum Rehabilitacji „Humanus”)



2 Aparat SKOL-AS do pracy w pozycji siedzącej u pacjentki ze skoliozą lewostronną przejścia piersiowo-łędźwiowego. Pacjentka wykonuje ruch prawym ramieniem w kierunku elewacji przedniej łopatki. Lewe ramie pacjentki wykonuje ruch do depresji tylnej łopatki. Udo w rotacji wewnętrznej w stawie biodrowym (dane własne, zdjęcie wykonane w Centrum Rehabilitacji „Humanus”)



3 Korekta postawy odbywa się na podstawie informacji zwrotnej pochodzącej ze stabilizatorów połączonych z manometrami oraz autokorekcji przed lustrem (dane własne, zdjęcie wykonane w Centrum Rehabilitacji „Humanus”)

kończeniu sesji terapeutycznej oraz trzy miesiące później celem oceny trwałości efektów terapeutycznych. Terapię prowadzono w pozycji leżącej i siedzącej z wykorzystaniem aparatu SKOL-AS przez okres trzech miesięcy, dwa razy w tygodniu.

Materiał i metody badań Pacjenci

Grupę badaną stanowiło 10 dziewcząt w wieku od 7 do 15 lat [średnia \pm odchylenie standardowe (SD) = 11 \pm 2,5 roku] ze skoliozą niskostopniową o kącie Cobba 10–28° (średnia \pm SD = 16 \pm 6,1°). Charakterystykę badanej grupy przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka grupy badanej

Cecha	Wiek [lata]	Kąt Cobba [°]	Rotacja według Cobba	Wskaźnik Rissera
Średnia	11	16	2	1
SD	2,5	6,1	0,9	1,5
MIN	7	10	1	0
MAX	15	28	3	3

SD - odchylenie standardowe; MIN - wartość minimalna; MAX - wartość maksymalna

Kwalifikacja do badań

Pacjentów do badań zakwalifikowano na podstawie badania klinicznego oraz zdjęć radiologicznych kręgosłupa w projekcji tylnoprzodniej przeprowadzonych w Klinice Rehabilitacji Wojewódzkiego Specjalistycznego Szpitala Dziecięcego w Olsztynie. Badanie radiologiczne wykonano dzień przed badaniem przedmiotowym pacjentów.

Kryteria włączenia stanowiły: rozpoznana skolioza idiopatyczna I stopnia według klasyfikacji Cobba oraz zgoda pacjentów i rodziców na protokół badawczo-terapeutyczny.

Kryteria wykluczające z badań stanowiły: terapia gorsetem ortopedycznym, zaburzenia genetyczne oraz metaboliczne, dysfunkcje nerwowo-mięśniowe, wcześniejsze oraz obecne terapie usprawniające, niestosowanie się do zaleceń oraz harmonogramu ćwiczeń, a także dojrzałość kostna według testu Rissera > 4.

Badania kliniczne postawy ciała

Ocenę postawy ciała pacjentów wykonano przed rozpoczęciem programu ćwiczeń (badania wstępne oznaczone dalej jako „przed”), po trzech miesiącach treningu posturalnego metodą SKOL-AS (badania kontrolne pierwsze oznaczone jako „po”) oraz po trzech miesiącach od zakończenia ćwiczeń (badania kontrolne drugie oznaczone dalej jako „po 3 m.”).

Badania diagnostyczne obejmowały: badania antropometryczne (wysokość, masa ciała, długość kręgosłupa pomiędzy wyrostkiem kolczystym C7 i S1) oraz ocenę kąta rotacji tułowia (ATR – *angle of trunk rotation*) przy użyciu skoliometru.

Metoda trójplaszczynowej terapii skolioz połączona z biofeedbackiem – SKOL-AS

Terapię specjalistyczną pacjentów z występującą skoliozą idiopatyczną prowadzono w Centrum Rehabilitacji „Humanus” w Olsztynie. Do terapii w pozycji leżącej i siedzącej wykorzystano aparat SKOL-AS. Przykładowe ćwiczenia w pozycji leżącej oraz siedzącej przedstawiono na zdj. 1 i 2. Informację zwrotną (biofeedback) określającą kompletność i dokładność wykonania ćwiczenia stanowiły manometry połączone ze stabilizatorami (zdj. 3). Dokładny opis terapii został zawarty we wcześniejszym opracowaniu [16].

Metody statystycznej analizy danych

Analizę statystyczną przeprowadzono z użyciem programu Statistica 13.0. Zróżnicowanie średnich badanych cech w trzech powtarzanych pomiarach: przed wykonaniem ćwiczeń (A), po wykonaniu trzymiesięcznego cyklu ćwiczeń (B) oraz po trzech miesiącach od zakończenia cyklu ćwiczeń (C) testowano metodą analizy wariancji z powtórzonymi pomiarami (Repeated Measures ANOVA) [17]. Każdorazowo sprawdzano założenie o sferyczności wariancji testem Mauchly'ego [18]. W przypadku istotnego zróżnicowania wariancji różnice pomiędzy poszczególnymi średnimi testowano testem post hoc HSD Tukeya [17].

Wyniki

Charakterystyka grupy badanej

Wykazano istotne statystycznie różnice w wysokości ciała przed programem badań oraz po jego zakończeniu („przed” vs. „po 3 m.”; tabela 2). Masa ciała pacjentów nie zmieniła się podczas programu ćwiczeń w aparacie SKOL-AS („przed” vs. „po”), natomiast zwiększyła się po trzech miesiącach od zaprzestania ćwiczeń („po” vs. „po 3 m.”).

Wpływ koncepcji SKOL-AS na rotację tułowia pacjentów (ATR)

Zaobserwowano istotne statystycznie zmniejszenie wartości ATR przed zastosowaniem ćwiczeń i po nich („przed” vs. „po”; tabela 3). Efekt ten utrzymał się do trzech miesięcy po zaprzestaniu ćwiczeń („po” vs. „po 3 m.”).

Dyskusja i omówienie

Zaobserwowane w badaniach zwiększenie wysokości ciała pacjentów dowodzi skuteczności ćwiczeń elongacyjnych w aparacie SKOL-AS. Każdy kąt Cobba powoduje skrócenie tułowia i zaniżanie wartości wzrostu pacjenta. Zwiększenie masy ciała po trzech miesiącach od zakończenia programu ćwiczeń świadczy o braku kontroli masy ciała w okresie zaprzestania terapii. Może to prowadzić do poważnych zmian w naturalnych krzywiznach kręgosłupa, co z kolei predysponuje do progresji skrzywienia.

Tabela 2. Charakterystyka grupy badanej w kolejnych fazach usprawniania

Cecha	Wysokość ciała [m]			Masa ciała [kg]			BMI [kg/m ²]		
	„przed”	„po”	„po 3 m.”	„przed”	„po”	„po 3 m.”	„przed”	„po”	„po 3 m.”
Średnia	1,55 ^A	1,56 ^B	1,57 ^C	43,4 ^{AB}	43,6 ^{AB}	45,0 ^C	17,8	17,7	18
SD	0,05	0,05	0,05	4	4	3,9	0,7	0,7	0,8
MIN	1,3	1,3	1,3	27	30	31	14,4	13,8	13,3
MAX	1,7	1,8	1,8	60	61	62	20,4	20,4	20,9

BMI - wskaźnik masy ciała; po 3 m. - po trzech miesiącach od zakończenia ćwiczeń metodą SKOL-AS; SD - odchylenie standardowe; MIN - wartość minimalna; MAX - wartość maksymalna; znacznikami A, B i C oznaczono kolejne próby i ich podobieństwo w wyniku testowania różnic testem HSD Tukeya, AB - średnia A nie różni się od B

Tabela 3. Wpływ koncepcji SKOL-AS na kąt rotacji tułowia (ATR)

Cecha	„przed”	„po”	„po 3 m.”	Test Mauchly'ego	ANOVA p
	Średnia ±SD	Średnia ±SD	Średnia ±SD		
ROTACJA TUŁOWIA					
ATR [°]	5,67 ±0,816 ^A	3,00 ±0,726 ^{BC}	4,11 ±0,655 ^{BC}	W = 0,775; P = 0,409	F = 17,797 0,00008

A - przed; B - po; C - po 3 m.; p - prawdopodobieństwo; W - wartość funkcji testowej Mauchly'ego; F - wartość funkcji Fishera-Snedecora; znacznikami A, B i C oznaczono kolejne próby i ich podobieństwo w wyniku testowania różnic testem Tukeya, średnia A różni się od B i C; natomiast średnia B nie różni się od C. Kolorem czerwonym oznaczono wartości istotne statystycznie

Uzupełnienie ćwiczeń w aparacie SKOL-AS o pozycję siedzącą wynikało z potrzeby badania diagnostycznego, a także korekcji w tym ustawieniu ze względu na dużą część dnia spędzaną w pozycji siedzącej [19, 20]. W badaniach wykazano brak istotnych różnic w zakresie rotacji tułowia po zakończeniu ćwiczeń, co świadczy o dobrej skuteczności metody w derotacji tułowia oraz utrzymywaniu się efektu leczniczego również po terapii. Może się to wiązać z mechanizmem adaptacyjnym pacjentów do nowej, „skorygowanej” sylwetki, opierającym się na nauce autokorekcji w koncepcji ćwiczeń w aparacie SKOL-AS.

Wnioski

1. Metoda SKOL-AS poprzez wykorzystanie biofeedbacku oraz elongacji i trójpłaszczyznowej korekcji pozwala na naukę prawidłowych wzorców posturalnych oraz autokorekcji tułowia.
2. Uzyskane zmniejszenie kąta rotacji tułowia (ATR) w trakcie terapii utrzymywało się po zakończeniu ćwiczeń przez kolejne trzy miesiące.
3. Większe pomiary wzrostu po terapii świadczą o efektywności aktywnej elongacji.

PIŚMIENICTWO

1. Cobb J.R., Outline for the study of scoliosis, AAOS Instr Course Lec 1948; 5, 261-275.
2. Cassar-Pullicino V.N., Eisenstein S.M., Imaging in scoliosis: what, why and how?, Clin Radiol 2002; 57, 543-562.
3. Asher M.A., Burton D.C., Adolescent idiopathic scoliosis: natural history and long term treatment effects, Scoliosis 2006; 1: 2.
4. Wajchenberg M., Lazar M., Cavaçana N. i wsp., Genetic aspects of adolescent idiopathic scoliosis in a family with multiple affected members: a research article, Scoliosis 2010; 5: 7.
5. Gao X., Gordon D., Zhang D., CHD7 gene polymorphisms are associated with susceptibility to idiopathic scoliosis, Am J Hum Genet 2007; 80: 957-965.
6. Weinstein S.L., Dolan L.A., Cheng J.C.Y. i wsp., Adolescent idiopathic scoliosis, Lancet 2008; 371: 1527-1537.
7. Grivas T.B., Savvidou O.D., Melatonin the „light of night” in human biology and adolescent idiopathic scoliosis, Scoliosis 2007; 2: 6.
8. Kindsfater K., Lowe T., Lawellin D. i wsp., Levels of platelet calmodulin for prediction of progression and severity of adolescent idiopathic scoliosis, J Bone Joint Surg Am 1994; 76: 1186-1192.
9. Negrini S., Aulisa A.G., Aulisa L. i wsp., The International Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment, Guidelines on „Standards of management in idiopathic scoliosis with corrective braces in everyday clinics and in clinical research”: SOSORT consensus 2008, Scoliosis 2009; 4(2): 2-15.
10. Wong M.S., Mak A.F., Luk K.D. i wsp., Effectiveness of audio-biofeedback in postural training for adolescent idiopathic scoliosis patients, Prosthet Orthot Int 2001; 25 (1), 60-70.
11. Kallistratos E., Mahairas V., Papadopoulou M. i wsp., The development of a novel biofeedback system for the evaluation, recording, control and correction of the spinal posture, Scoliosis, oral presentation on 5th International Conference on Conservative Management of Spinal Deformities, Athens, Greece, 3-5 April 2008; published: 15 January 2009; available from: <http://www.scoliosisjournal.com/content/4/S1/025>.
12. Kwok H.C.G., Development of posture correction tank-top synchronized with biofeedback muscle training for adolescents with early scoliosis, thesis, The Hong Kong Polytechnic University 2017.
13. Schiller J.R., Thakur N.A., Ebersson C.P., Brace management in adolescent idiopathic scoliosis, Clin Orthop Relat Res 2010; 468: 670-678.
14. Suchanowski A., Stolarz A., Rachenik H., Zawadzka W., Poprawność metodyczna terapii bocznych skrzywień kręgosłupa i potwierdzenie jej skuteczności na podstawie wstępnych analiz RTG i rejestracji EMG - cz I. Rehabilitacja w praktyce 2015; 4: 44-46.
15. Suchanowski A., Stolarz A., Rachenik H., Zawadzka W., Poprawność metodyczna terapii bocznych skrzywień kręgosłupa i potwierdzenie jej skuteczności na podstawie wstępnych analiz RTG i rejestracji EMG - cz II. Rehabilitacja w praktyce 2015; 5: 37-39.
16. Kamelska A.M., Protasiewicz-Faldowska H., Zaborowska-Sapeta K., Nowakowski J.J., Zakrzewska L., Kowalski I.M., Zastosowanie metody biofeedback w terapii skolioz niskostopniowych - wprowadzenie do metody SKOL-AS - część 1 Prakt Fizjoter Rehabil 2018; 11: 32-34.
17. Zar J.H., Biostatistical analysis. Prentice-Hall International, Inc., Northern Illinois 1996.
18. Mauchly J.W., Significance test for sphericity of a normal n-variate distribution. Ann Math Stat 1940; 11: 204-209.
19. Kowalski I.M., Protasiewicz-Faldowska H., Siwik P. i wsp., Analysis of the sagittal plane in standing and sitting position in girls with left lumbar idiopathic scoliosis. Pol Ann Med. 2013; 20: 30-34.
20. Kowalski I.M., Protasiewicz-Faldowska H., Trunk measurements in the standing and sitting posture according to Evidence Based Medicine [EBM]. J Spine Surg 2013; 1: 66-79.