

ZASTOSOWANIE METODY BIOFEEDBACKU W TERAPII SKOLIOZ NISKOSTOPNIOWYCH – EFEKTY METODY SKOL-AS® – CZ. 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



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°, powoduje przedwczesną śmierć 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 dokalmoduliny [7].

Metoda biofeedbacku

Wytyczne Society of Scoliosis Orthopedic Rehabilitation and Treatment (SOSORT) precyzyjnie określają kierunki terapii skoliozidiopatycznych [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 tę metodę 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 przed czterogodzinną sesją z wykorzystaniem biofeedbacku i po niej 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 też 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



1 Aparat SKOL-AS® do pracy w pozycji leżącej u pacjentki ze skoliozą dwukową (łędźwiową lewostronną i piersiową prawostronną). Peloty reclinujące 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 ramię 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

Tabela 1. Charakterystyka grupy badanej

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

MEAN – średnia; SD – odchylenie standardowe; MIN – wartość minimalna; MAX – wartość maksymalna

zakończeniu 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 siedmiu do 15 lat [średnia $\pm$ odchylenie standardowe (SD) = $11 \pm 2,5$ roku] ze skoliozą niskostopniową o kącie Cobba 10–28° (średnia $\pm$ SD = $16 \pm 6,1^\circ$). Charakterystykę badanej grupy przedstawiono w tabeli 1.

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 stabilizarami (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.”) (tab. 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 nim („przed” vs. „po”; tab. 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

Cecha	Wysokość ciała [m]			Masa ciała [kg]			BMI [kg/m ²]		
Czas analiz	„przed”	„po”	„po 3 m.”	„przed”	„po”	„po 3 m.”	„przed”	„po”	„po 3 m.”
MEAN	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; MEAN - średnia; 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

Tab. 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 in 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.