

# Różnorodność problemów z zakresu nauk medycznych i środowiskowych

Redakcja  
Paulina Pisaniak  
Karolina Szwedzka  
Rafał Stachyra



RÓŻNORODNOŚĆ PROBLEMÓW  
Z ZAKRESU NAUK MEDYCZNYCH  
I ŚRODOWISKOWYCH

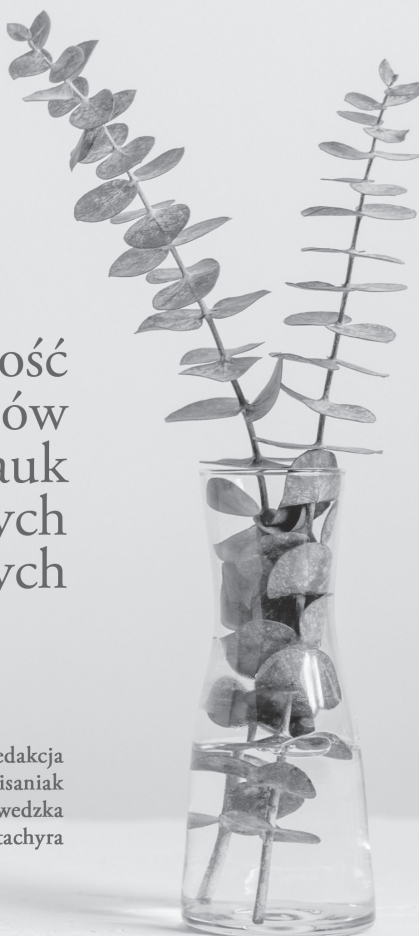
REDAKCJA

PAULINA PISANIAK  
KAROLINA SZWEDZKA  
RAFAŁ STACHYRA



Różnorodność  
problemów  
z zakresu nauk  
medycznych  
i środowiskowych

Redakcja  
Paulina Pisaniak  
Karolina Szwedzka  
Rafał Stachyra



ARCHAEGRAPH  
*Wydawnictwo Naukowe*

REDAKCJA:

PRZEWODNICZĄCA KOMITETU NAUKOWEGO: PAULINA PISANIAK

WICEPRZEWODNICZĄCY KOMITETU NAUKOWEGO: KAROLINA SZWEDZKA

SEKRETARZ: RAFAŁ STACHYRA

REDAKCJA TECHNICZNA:

DR ANNA GÓRSKA

DAWID KOBYLAŃSKI

ALEKSANDRA JANCZAK

ALEKSANDRA BATOR

RECENZJA

DR WIEŚLAW GUZ

DR WERONIKA KAWALKIEWICZ

DR DOROTA OZGA

DR BOGDAN EKSTOWICZ

DR JOANNA SEPIOŁA

DR INŻ. RAFAŁ ŚPIEWAK

KOREKTA REDAKTORSKA I SKŁAD

KAROL ŁUKOMIAK

PROJEKT OKŁADKI

KAROL ŁUKOMIAK

© COPYRIGHT BY AUTHORS & ARCHAEGRAPH

ISBN: 978-83-67527-01-9

Wersja elektroniczna dostępna na stronie internetowej wydawcy:

[www.archaeograph.pl](http://www.archaeograph.pl)

ARCHAEGRAPH  
*Wydawnictwo Naukowe*

ŁÓDŹ, SIERPIEŃ 2022

# SPIS TREŚCI

<b>Wstęp</b> .....	7
Damian Roczkowski, Weronika Łuc <b>Diagnostyka obrazowa anomalii żylnego powrotu krwi do serca w postaci LSVC u pacjenta z zespołem Marfana – opis przypadku</b> .....	9
Anna Słowińska, Anna Marcinkowska-Gapińska <b>Styl życia i jego wpływ na ryzyko chorób sercowo-naczyniowych poprzez oddziaływanie na parametry przepływu krwi</b> .....	19
Paulina Pisaniak <b>Czynniki korygujące zaburzenia mikroflory jelitowej noworodka w okresie okołoporodowym</b> .....	41
Martyna Zakrocka, Marcelina Chorzępa <b>Endometrioza w bliźnie po cięciu cesarskim</b> .....	53
Karolina Sobczyk <b>Potencjał biogazowni w Polsce</b> .....	65
Krystyna Kacprowska, Rafał Stachyra, Gabriel Stachyra <b>Kształtowanie litosfery w ramach prowadzonej przez państwo polityki środowiskowej na przestrzeni dziejów</b> .....	77
Martyna Odzimek <b>Fizjoterapia w leczeniu zaburzeń układu stomatognatycznego</b> .....	91



# WSTĘP

Dla utrzymania ogólnego stanu zdrowia ważne jest wiele czynników, w tym: stosowanie środków zapobiegawczych, skuteczna diagnostyka, opieka medyczna oraz czynniki związane ze stylem życia i wpływami środowiska. W związku z tym coraz popularniejsze staje się ogólne pojęcie zdrowia.

Niniejsza publikacja stanowi istotny wkład w toczącą się dyskusję wokół problemów współczesnej medycyny oraz ochrony środowiska naturalnego. Poszczególne rozdziały przedstawiają wyniki badań prowadzonych przez pracowników oraz studentów reprezentujących m.in. Uniwersytet Rzeszowski, Uniwersytet Zielonogórski, Szkołę Główną Handlową w Warszawie czy Uniwersytet Warszawski.

Żywię nadzieję, iż to opracowanie stanie się wartościową i interesującą lekturą, przyczyniającą się do rozwoju osobistego każdego z czytelników oraz będzie jednocześnie inspiracją do podjęcia dalszych badań naukowych w zakresie szeroko rozumianej dziedziny jaką jest nauka o zdrowiu.

Pragnę również wyrazić serdeczne podziękowania Recenzentom, Autorom rozdziałów, Wydawnictwu Naukowemu ArchaeGraph, członkom Redakcji Technicznej oraz wszystkim, którzy przyczynili się do powstania niniejszego opracowania.

Paulina Pisaniak

Redaktor naczelna





DAMIAN ROCZKOWSKI

KOLEGIUM NAUK PRZYRODNICZYCH, UNIwersYTET RZESZOWSKI

WERONIKA ŁUC

KOLEGIUM NAUK MEDYCZNYCH, UNIwersYTET RZESZOWSKI

# DIAGNOSTYKA OBRAZOWA ANOMALII ŻYLNego POWROTU KRWI DO SERCA W POSTACI LSVC U PACJENTA Z ZESPOŁEM MARFANA - OPIS PRZYPADKU

**Streszczenie:** Przetrwiała żyła główna górna lewa (LSVC), jest najczęściej występującą anomalią żylnego powrotu krwi do serca. Jej występowanie szacuje się na 0,5-1,5% ogólnej populacji. Rozpoznanie przetrwiałej żyły głównej górnej lewej najczęściej następuje przypadkowo, podczas wykonywania badań obrazowych zleconych do potwierdzenia bądź wykluczenia innych schorzeń. Zespół Marfana to genetyczna choroba tkanki łącznej. Najczęściej obejmuje układ oddechowy, sercowo-naczyniowy, kostno-szkieletowy oraz narząd wzroku. Spowodowany jest mutacją genu FBN1, która zaburza tworzenie mikrowłókien, przez co tkanka łączna jest osłabiona. Częstość występowania zespołu Marfana szacuje się na około 1 na 50 000 osób. Prezentujemy przypadek chłopca ze zdiagnozowanym zespołem Marfana, który w wieku 6 lat był hospitalizowany w klinice pediatrii, z charakterystycznymi cechami budowy dla zespołu Marfana, a w wieku 9 lat został przyjęty do kliniki Kardiologii z pododdziałem chirurgii naczyniowej w celu wykonania diagnostyki obrazowej układu krążenia z powodu poszerzenia opuszki aorty. Pacjent przeszedł szereg badań diagnostycznych: badanie genetyczne na obecność mutacji genu FBN1, RTG klatki piersiowej, EKG, angiografia tomografii komputerowej. Badanie RTG klatki piersiowej w projekcjach A-P i bocznym lewostronnym na stojąco stwierdzono kurzą klatkę piersiową oraz lewostronną skoliozę na pograniczu odcinków Th-L. Wykonanie badań angio-TK pozwoliło na wykrycie anomalii układu krążenia - występowanie lewej żyły głównej górnej. Obok LSVC wykryto również istotne poszerzenie opuszki aorty.

**Słowa kluczowe:** zespół Marfana, LSVC, diagnostyka obrazowa,

## WPROWADZENIE

Zespół Marfana to zaburzenie dotyczące tkanki łącznej. Nazwa schorzenia pochodzi od nazwiska francuskiego lekarza pediatry Antoine Bernard-Jean Marfan, który w roku 1896 jako pierwszy opisał przypadek u 5,5-letniej dziewczynki. Jest chorobą wieloukładową, dotyczącą najczęściej układ oddechowy, sercowo-naczyniowy, kostno-szkieletowy oraz narząd wzroku. Pomimo, iż patogenezę opisywanego schorzenia nie została do końca poznana, pod względem genetycznym zespół Marfana jest chorobą dziedziczną autosomalnie dominującą, innymi słowami dziedziczenie jednogenowe (monogenowe), zazwyczaj związanym z mutacją genu fibryliny-1, a w mniejszym stopniu z mutacją w genie TGFBR 1 lub 2. Mutacja FBN1 zaburza tworzenie mikrowłókien, skutkując w ten sposób anomaliaми białkowymi fibryliny, a następnie osłabiając tkankę łączną. Częstość występowania szacuje się na około 1 na 50 000 osób, a co piąty przypadek pacjenta z zespołem Marfana występuje bez historii rodzinnej. To zaburzenie genetyczne występuje w równej liczbie mężczyzn i kobiet. Jest to typ choroby bez uwarunkowań płciowych, geograficznych jak i etnicznych. Poprzez trudności w diagnozowaniu łagodnych stadium przypadków zespołu Marfana, znacznie utrudnia określenie jego prawdziwej częstotliwości w populacji ogólnej (Randhawa i in. 2012, s. 364-368; Yuan i Jung 2010, s. 360-366; Victor 2021).

Klasyczne objawy zespołu Marfana występują w układzie kostnym, oddechowym, sercowo-naczyniowym, oraz narządzie wzroku. Poszerzenie aorty, występujące najczęściej w opuszce, prowadzące do rozwarstwienia lub pęknięcia aorty. Niedomykalność zastawki mitralnej stanowi główną przyczynę śmiertelności osób z zespołem Marfana. Całość powikłań obejmujących układ krążenia w znacznym stopniu wpływa na rokowanie pacjenta oraz zaawansowania choroby. Do charakterystycznych cech dla tej anomalii w układzie kostno-szkieletowym, możemy zaliczyć wiotkość stawów, przerost kości długich, nadmierny wzrost długości kości najczęściej objawia się w kończynach dolnych. Krótkowzroczność oraz zaburzenia soczewki oka również należą do pozostałych cech klinicznych jakie mogą objawiać się w przypadku zespołu Marfana. Postura osób dotkniętych tą chorobą nazywana jest marfanoidalną budową ciała, na którą składa się wiele cech widocznych przy badaniu fizykalnym, w trakcie którego najczęściej lekarz rozpoznaje zespół Marfana, takich jak: wysoki wzrost, długie palce u dłoni, deformacje klatki piersiowej oraz towarzyszące im boczne skrzywienie kręgosłupa (skolioza), rozstępy skórne, zniekształcenie stóp, znacząco wydłużona żuchwa, powiększona objętością

języka oraz nieprawidłowe rozmieszczenie zębów w jamie ustnej (Mockrin 1996, s. 7; Dean 2007, s. 724-733).

W przypadku lekkiego przebiegu zespołu Marfana interwencja medyczna nie jest konieczna, jednak w poważniejszych przypadkach stosuje się leczenie zachowawcze lub inwazyjne. Leczenie zachowawcze polega na podawaniu leków poszerzających naczynia krwionośne. z kolei leczenie inwazyjne koncentruje się na interwencji chirurgicznej, podczas której wymienia się uszkodzone struktury naczyniowe.

Monitorowania w znacznej mierze opiera się na ocenie klinicznej zwiększonej częstotliwości oraz ocenie echokardiograficznej. Osoby z zaawansowaną chorobą powinny być obserwowane w częstszych odstępach czasu. Rozpoznanie zespołu Marfana w dużej mierze opiera się na objawach klinicznych z różnych układów narządów i historii rodzinnej, w przypadku braku wywiadu, znaczną pomoc stanowi diagnostyka obrazowa. Przy terapii pacjentów wdrażane jest także leczenie farmakologiczne, którego głównym celem jest spowolnienie lub zahamowanie tempa rozszerzania aorty. Interwencja chirurgiczna podejmowana jest w przypadku młodych pacjentów, u których postęp choroby jest znaczny, objawiający się przekraczającą normę rozmiarem ciała lub dysfunkcją komór serca. w przypadku dorosłych, główną wytyczną jest wymiar aorty wstępującej przekraczający 55 mm (Naidoo i in. 2018, s. 30; de la Fuente-Alonso i in. 2021, s. 1-18).

Żyła główna górna (SVC) to dość krótkie naczynie krwionośne o dużej średnicy, które zlokalizowane jest w śródpiersiu górnym, przednim, po stronie prawej. SVC odpowiedzialna jest za powrót odtlenionej krwi z górnej połowy ciała z powrotem do serca. Powrót krwi żyłnej ze struktur, które położone są powyżej przepony kierowany jest żyłą główną górną, natomiast dolna żyła główna obsługuje powrót żylny z części ciała poniżej przepony (White i Soos 2021, s. 165; Ferng A. 2021).

SVC jest zwykle prawostronna (Right Superior Vena Cava). Tworzą ją, na wysokości pierwszej prawej chrząstki żebrowej, lewa oraz prawa żyła ramiennie-głowowa, zwane również żyłami bezimiennymi. Lewa żyła ramiennie-głowowa ma orientację bardziej poziomą i jest dłuższa niż prawa żyła ramiennie-głowowa, która jest ustawiona bardziej pionowo. Te naczynia krwionośne są odpowiedzialne za przenoszenie krwi z głowy, kończyn górnych, ściany i narządów klatki piersiowej, i szyi. SVC biegnie pionowo w dół, aż do momentu wpływu do prawego przedsionka na wysokości trzeciej chrząstki żebrowej. Dolną część żyły głównej górnej pokrywa włókniste osierdzie. Koniec żyły głównej górnej lokalizuje się w górnej i tylnej części zatoki żyłnej prawego

przedsionka (Goyal, Punnam, Verma 2008, s. 1-4; Oliveira i Martins 2019, s. 1-17; Demsa i in. 2020, s. 847).

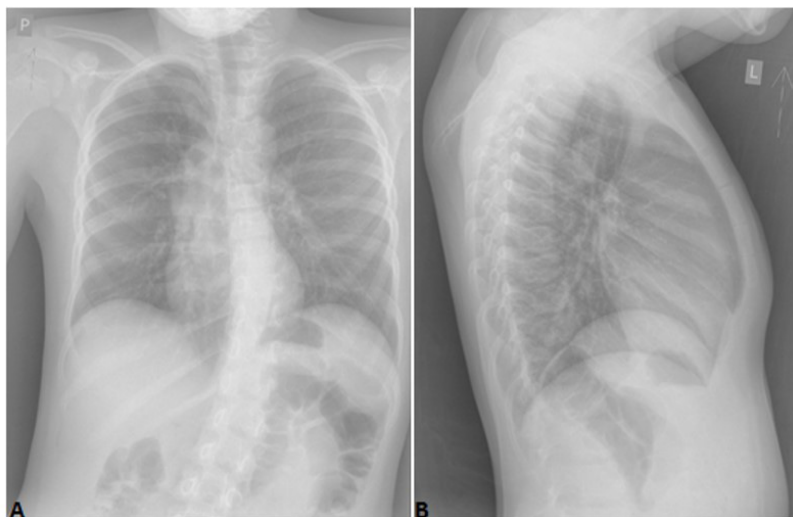
Zmiany w anatomii układu żylnego klatki piersiowej są wynikiem złożonych odchyłeń w utrzymywaniu się i regresji segmentów pierwotnej sieci żylniej, która w występuje w pierwotnych stadiach rozwoju płodu. Anomalie sercowo-naczyniowe są często spotykane u pacjentów z zespołem Marfana i są zwykle bezobjawowe. Najczęstszą nieprawidłowością drenażu żylnego jest przetrwała lewa żyła główna górna (Left Superior Vena Cava). Częstość występowania LSVC szacuje się na ok. 0,5-1,5% ogólnej populacji, lecz częstotliwość ta może wzrosnąć do 10% w przypadku pacjentów z wrodzoną wadą serca. Zazwyczaj u większości pacjentów, po stronie prawej obecna jest również żyła główna górna (SVC). Jednak może zdarzyć się tak, iż występuje izolowana LSVC. Całkowity brak SVC jest bardzo rzadką anomalią, często spotykaną z innymi wrodzonymi anomaliami układu krążenia. w znacznej większości opisywanych przypadków LSVC przebiega między lewym przedsionkiem a lewymi żyłami płucnymi i prawie zawsze spływa z tyłu lewego przedsionka, wchodząc do prawego przedsionka przez otwór powiększonej zatoki wieńcowej. Przy obecności obydwu żył głównych górnych, najczęściej prawy pień jest mniejszy niż lewy i nie ma lewej żyły ramiennie-głowej, ale może istnieć lewa żyła ramiennie-głowa łącząca oba SVC (Couvreur i Ghaye 2009, s. 289-305; Steckiewicz i in. 2016, s. 798-798).

Rozpoznanie LVSC jest zwykle dokonywane jako przypadkowe stwierdzenie podczas diagnostyki obrazowej. Tomografia komputerowa (TK) i rezonans magnetyczny (MR) są przydatnymi metodami diagnostycznymi do wykluczenia zmienności typowego i nieprawidłowego przebiegu żylnego. w celu uzupełnienia diagnostyki obrazowej przydatnymi badaniami będą echokardiografia przezprzełykowa. w badania echokardiograficznym ujawnia się poszerzenie zatoki wieńcowej, a diagnozę można potwierdzić za pomocą echokardiografii z kontrastem soli fizjologicznej. w przypadku porównania osób zdrowych do pacjentów, u których został stwierdzony zespół Marfana średnica aorty, na odcinku wstępującym u większości przypadków jest szersza niż u osób zdrowych, ze zwiększonym wskaźnikiem sztywności (Hirata i in. 1991, s. 57-63; Demos i in. 2004, s. 1139-1150; Geurrot, Hanoy, Godin 2008, s. 100-102).

## OPIS PRZYPADKU

Chłopiec z zespołem Marfana, który po raz pierwszy był hospitalizowany celem diagnostyki w wieku sześciu lat w klinice pediatrii, wysoki wzrost, marfanoidalna budowa ciała, koślawość kolan, a po raz drugi w wieku dziewięciu lat w klinice kardiochirurgii z pododdziałem chirurgii naczyniowej w celu wykonania obrazowania układu krążenia z powodu poszerzenia opuszki aorty. w trakcie pierwszej hospitalizacji wykonano badania laboratoryjne, badanie elektrokardiograficzne (EKG), echo serca i zdjęcia rentgenowskie (RTG) klatki piersiowej. Wykonane zostały badania genetyczne, w których potwierdzono mutację genu FBN1, co pozwoliło potwierdzić rozpoznanie zespołu Marfana. w badaniach RTG klatki piersiowej (Rys. 1.), wykonanym w projekcjach A-P i bocznym lewostronnym na stojąco stwierdzono kurzą klatkę piersiową oraz lewostronną skoliozę na pograniczu odcinków piersiowego i lędźwiowego. Sylwetka serca nie była powiększona.

**Rysunek 1.** A. Zdjęcie rentgenowskie (RTG) klatki piersiowej w projekcji A-P., B. Zdjęcie rentgenowskie (RTG) w projekcji bocznej, lewostronnej na stojąco

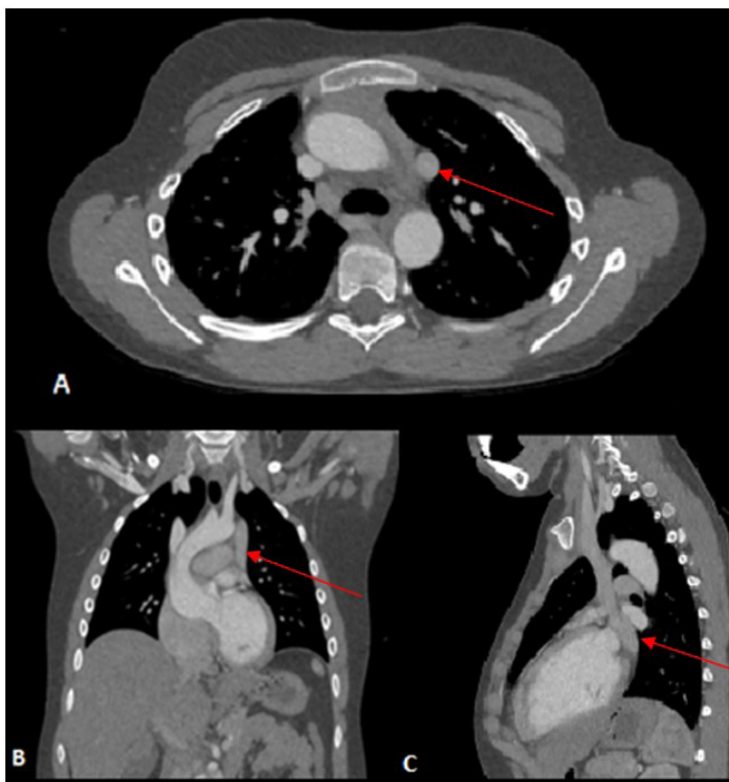


Źródło: opracowanie własne

W trakcie drugiej hospitalizacji wykonano badanie angiografii tomografii komputerowej (angio-TK) aorty w odcinku piersiowym, w akwizycji sekwencyjnej warstwami 0,625mm z bramkowaniem EKG oraz w odcinku brzuszonym, w akwizycji spiralnej warstwami 0,625mm/79,37 0,992:1. Diagnostykę

obrazową wykonano 256-rzędowym tomografem komputerowym GE Medical System Revolution CT. Na rys. 3. przedstawiono przebieg lewej żyły głównej górnej w projekcji poprzecznej i projekcji czołowej. Od góry przebiega pod zniekształconym mięśniem obojczykowo-sutkowym, obok łuku aorty, następnie przechodzi z tyłu lewego przedsionka i poprzez powiększoną zatokę żylną wchodzi do prawego przedsionka.

**Rysunek 2. A.** Badanie angiografii tomografii komputerowej (angio-TK) w przekroju poprzecznym, **B.** Badanie angiografii tomografii komputerowej (angio-TK) w przekroju czołowym, **C.** Badanie angiografii tomografii komputerowej (angio-TK) w przekroju strzałkowym.

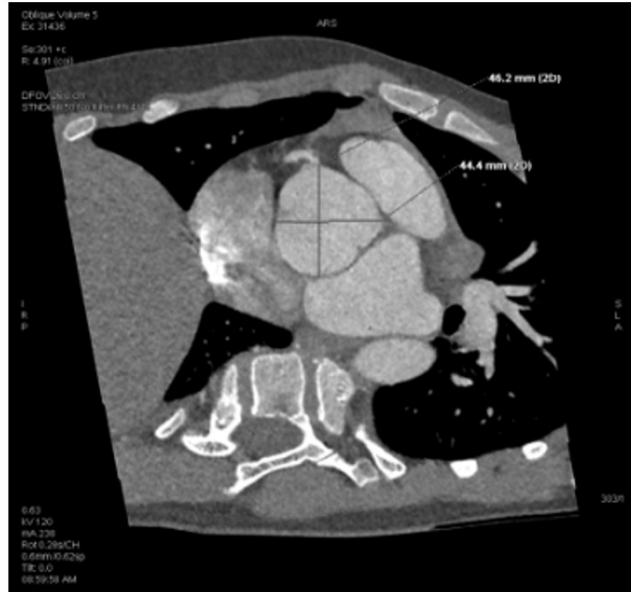


Źródło: opracowanie własne

Na badaniu angio-TK w przekroju poprzecznym, w prawej żyły głównej górnej znajduje się środek kontrastujący o dużej koncentracji, natomiast lewa biegnąca równolegle do niej jest słabiej wysycona kontrastem. w badaniu tomografii komputerowej z wykorzystaniem środka kontrastującego, stwierdzono poszerzenie opuszki aorty)do około 4,4 cm, którego podejrzenie było już wysunięte w wykonanym uprzednio badaniu echo serca. (Rys. 3.), obecność

przetrwalej żyły głównej górnej lewej, oraz pęcherze rozedmowe w płucu prawym. Dodatkowo na wykonanej rekonstrukcji VR-3D, przedstawionej na rysunku 4, został pokazany brak obecności żyły ramienno-głowej (żyły bezimiennej).

**Rysunek 3.** Poszerzona opuszka aorty do 4,44 cm



Źródło: opracowanie własne

**Rysunek 4. A.** Rekonstrukcja VR-3D z widocznym brakiem żyły bezimiennej (mostek oraz oba obojczyki usunięte podczas obróbki komputerowej dla lepszego uwidocznienia naczyń śródpiersia przedniego), **B.** Rekonstrukcja VR-3D serca i struktur naczyniowych.



Źródło: opracowanie własne



## PODSUMOWANIE

W niniejszym artykule przedstawiono diagnostykę obrazową chłopca u którego został stwierdzony zespół Marfana oraz została odkryta obecność dodatkowej żyły głównej górnej po lewej stronie, biegnąca równolegle do prawej żyły głównej górnej. LSVC zwykle przebiega bezobjawowo i jest przypadkowym stwierdzeniem podczas obrazowania, tak jak w tym opisie przypadku. Anomalie układu sercowo-naczyniowego są często diagnozowane przy występowaniu zespołu Marfana. Jednakże, jak dotąd nie opisano istotnej zależności występowania zespołu Marfana z zaburzeniami spływu żylnego. Aktualna literatura medyczna nie podaje powiązania zaburzeń kolagenowych z anomaliami dotyczącymi formy występowania żyły głównej górnej, tak jak to ma miejsce w przypadku poszerzenia opuszki aorty. w przypadku rozpoznania naocznych objawów zespołu Marfana ważne jest, aby zwrócić się do lekarza w celu przeprowadzenia diagnostyki obrazowej, aby zapobiec powiązanym powikłaniom. Wśród przydatnych badań diagnostycznych są EKG, echokardiografia serca, RTG, angio-TK.

## PODZIĘKOWANIA

Składamy serdeczne podziękowania dla lek. Joanny Klęby za pomocny komentarz, cenne uwagi oraz wszechstronną pomoc, która była dużym wsparciem podczas pisania tej pracy. Wdzięczność przekazujemy dr n. med. Wiesławowi Guzowi za udostępnienie i możliwość pracy na danych z Klinicznego Zakładu Radiologii i Diagnostyki Obrazowej Klinicznego Szpitala Wojewódzkiego nr 2 w Rzeszowie.

## BIBLIOGRAFIA

- Randhawa A. K., Mishra C., Gogineni S. B., Shetty S.  
2012 *Case Report-Marfan syndrome: Report of two cases with review of literature*, Nigerian Journal of Clinical Practice, 15(3)
- Yuan S. M., Jing H.  
2010 *A síndrome de Marfan: uma revisão geral*, São Paulo Medical Journal, 128.
- Victor A.  
2021 *Marfan Syndrome*, <https://rarediseases.org/rare-diseases/marfan-syndrome/> [data dostępu 06.06.2022].

- Dean J.  
2007 *Marfan syndrome: clinical diagnosis and management*, European Journal of Human Genetics, 15(7).
- Mockrin S. C. (red.)  
1996 *Molecular Genetics & Gene Therapy of Cardiovascular Diseases*, CRC Press, UK.
- Naidoo P., Ranjith N., Zikalala Z., Mahoney S., Ho K.  
2018 *Marfan syndrome: a case report and pictorial essay*, The Pan African Medical Journal.
- de la Fuente-Alonso A., Toral M., Alfayate A., Ruiz-Rodríguez M. J., Bonzón-Kulichenko E., Teixido-Tura G., Redondo J. M.  
2021 *Aortic disease in Marfan syndrome is caused by overactivation of sGC-PRKG signaling by NO*, Nature communications, 12(1).
- Ferng A.  
2021 *Superior vena cava*, <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/superior-vena-cava> [data dostępu 07.06.2022].
- White H. J., Soos M. P.  
2021 *Anatomy, thorax, superior vena cava*, StatPearls Publishing.
- Oliveira J. D., Martins I.  
2019 *Congenital systemic venous return anomalies to the right atrium review*, Insights into Imaging, 10(1).
- Demşa I., Crişu D., Haba C. M. Ş., Ursaru A. M., Afrăsânie V. A., Costache I. I., Tesloianu D. N.  
2020 *Persistent Left Superior Vena Cava with Absent Right Superior Vena Cava and Discrete Subaortic Stenosis Diagnosed in a Patient with Sick Sinus Syndrome: a Case Report and Brief Review of the Literature*, Diagnostics, 10(10).
- Goyal S. K., Punnam S. R., Verma, G., Ruberg F. L.  
2008 *Persistent left superior vena cava: a case report and review of literature*, Cardiovascular ultrasound, 6(1).
- Couvreur T., Ghaye B.  
2009 *Left superior vena cava. In Integrated cardiothoracic imaging with MDCT*, Springer.

- Steckiewicz R., Świętoń E. B., Czerniawska J., Czub P., Stolarz P.  
2016 *Single persistent left superior vena cava compressed by an aortic graft on the route for lead insertion—difficulties in attempted pacemaker implantation*, *Kardiologia Polska* (Polish Heart Journal), 74(8).
- Demos T. C., Posniak H. V., Pierce K. L., Olson M. C., Muscato M.  
2004 *Venous anomalies of the thorax.*, *American Journal of Roentgenology*, 182(5).
- Guerrot D., Hanoy M., Godin M.  
2008 *Haemodialysis catheterization via type II persistent left superior vena cava*, *NDT plus*, 1(2).
- Hirata K., Triposkiadis F., Sparks E., Bowen J., Wooley C. F., Boudoulas H.  
1991 *The Marfan syndrome: abnormal aortic elastic properties*, *Journal of the American College of Cardiology*, 18(1).

## IMAGE DIAGNOSTICS OF VENOUS BLOOD RETURN TO THE HEART IN THE FORM OF LSVC IN A PATIENT WITH MARFAN SYNDROME - CASE REPORT

**Abstract:** The left superior vena cava (LSVC) is the most common abnormality of the venous return of blood to the heart. Its occurrence is estimated at 0.5-1.5% of the general population. The diagnosis of persistent left superior vena cava is most often accidental, during imaging tests ordered for confirmation or exclusion of other diseases. Marfan's syndrome is a genetic disorder of connective tissue. Most often it includes the respiratory, cardiovascular, bone and skeletal systems and the organ of vision. It is caused by a mutation in the FBN1 gene, which disrupts the formation of microfibrils, which weakens the connective tissue. The incidence of Marfan syndrome is estimated at approximately 1 in 50,000 people. We present a case of a boy diagnosed with Marfan syndrome, who at the age of 6 was hospitalized in a pediatrics clinic with the characteristic features of Marfan syndrome, and at the age of 9 he was admitted to the Cardiac Surgery Clinic with a subdivision of vascular surgery to perform imaging diagnostics of the circulatory system due to cardiovascular dilatation. aortic pads. The patient underwent a series of diagnostic tests: genetic testing for the presence of the FBN1 gene mutation, chest X-ray, ECG, computed tomography angiography. Chest X-ray examination in the A-P and lateral left-sided standing views revealed chicken chest and left-sided scoliosis on the border of Th-L segments. Performing angio-CT examinations made it possible to detect anomalies of the circulatory system - the presence of the left superior vena cava. In addition to LSVC, a significant dilation of the aortic bulb was also detected.

**Keywords:** Marfan syndrome, LSVC

ANNA SŁOWIŃSKA  
UNIWERSYTET MEDYCZNY  
IM. KAROLA MARCINKOWSKIEGO W POZNANIU

ANNA MARCINKOWSKA-GAPIŃSKA  
KATEDRA I ZAKŁAD BIOFIZYKI  
UNIWERSYTETU MEDYCZNEGO  
IM. KAROLA MARCINKOWSKIEGO W POZNANIU

# STYL ŻYCIA I JEGO WPŁYW NA RYZYKO CHORÓB SERCOWO-NACZYNIOWYCH POPRZEZ ODDZIAŁYWANIE NA PARAMETRY PRZEPŁYWU KRWI

**Streszczenie:** Styl życia jest zestawieniem postaw i zachowań, codziennych wyborów i przyzwyczajzeń, które będąc powtarzalnymi, warunkują życie jednostki oraz wpływają na jego jakość. Do elementów zdrowego stylu życia zaliczamy aktywność fizyczną, zbilansowaną dietę, rezygnację z palenia papierosów, ograniczanie alkoholu, ale też pozytywne relacje międzyludzkie i umiejętność radzenia sobie ze stresem. Styl życia ma bardzo duży wpływ na rozwój chorób, spośród których najsilniej oddziałuje na tzw. „choroby cywilizacyjne” m.in. choroby sercowo-naczyniowe (cardiovascular diseases, CVD). Jednym z mechanizmów tej zależności jest modulowanie wartości parametrów hemoreologicznych, czyli czynników warunkujących prawidłowy przepływ krwi w naczyniach i perfuzję wszystkich tkanek organizmu. Lepsze poznanie sposobów w jaki styl życia wpływa na reologię krwi może pozwolić na zrozumienie patofizjologii CVD oraz wdrożenie odpowiedniej ich profilaktyki.

**Słowa kluczowe:** styl życia, choroby sercowo-naczyniowe, lepkość krwi, właściwości erytrocytów

## WPROWADZENIE

Styl życia wg WHO (ang. *World Health Organisation*) definiowany jest jako „możliwe do zidentyfikowania wzorce zachowań, określone przez interakcję między indywidualnymi cechami osobistymi, interakcjami społecznymi oraz społeczno-ekonomicznymi i środowiskowymi warunkami życia” (Wojciechowska i in. 2020, s. 9-20). Jest to również pewne zestawienie postaw i zachowań, codziennych wyborów i przyzwyczajzeń, które będąc powtarzalnymi, warunkują życie jednostki oraz wpływają na jego jakość (Mucha i Mucha 2020, s. 21-35). Do elementów zdrowego stylu życia zaliczamy aktywność fizyczną, prawidłową dietę, tak jak i pozytywne relacje międzyludzkie i umiejętność radzenia sobie ze stresem (Ponczek i Olszowy 2012, s. 260-268).

Choroby sercowo-naczyniowe (ang. *cardiovascular diseases, CVD*) są przyczyną niemalże połowy zgonów i dominującą przyczyną hospitalizacji w Polsce, co czyni je jednym z najistotniejszych społecznych problemów. z przyczyn kardiologicznych w 2013 r. zmarło w Polsce ponad 177 tys. osób (45,8% wszystkich zgonów) tj. na każde 100 tys. Polaków 461 osób poniosło śmierć na podłożu chorób krążenia (Cierniak-Piotrowska i in. 2015, s.46-81). Czynniki ryzyka CVD można podzielić na niemodyfikowalne i modyfikowalne. Czynniki niemodyfikowalne nie są zależne od jednostki i należą do nich wiek (mężczyźni  $\geq 45$  lat, kobiety  $\geq 55$  lat); płeć (większe ryzyko u mężczyzn niż u kobiet przed menopauzą); wczesne (u mężczyzn  $< 55$  r.ż., u kobiet  $< 60$  r.ż.) występowanie w rodzinie choroby niedokrwiennej serca lub chorób innych tętnic na podłożu miażdżycy. Do nowszych czynników ryzyka sercowo-naczyniowego należą: zwiększone stężenie w osoczu: białka C-reaktywnego (CRP), homocysteiny, lipoproteiny i fibrynogenu (Guzik 2020, s. 152-154). Czynniki modyfikowalne natomiast ulegają wpływowi jednostki, mogą się zmieniać w czasie, a więc też pozwalają nam drogą odpowiedzialnych decyzji co do stylu życia, zmniejszać lub zwiększać ryzyko chorób układu krążenia. Zaliczamy do nich nieprawidłowe żywienie, palenie tytoniu, małą aktywność fizyczną, podwyższone ciśnienie tętnicze, zwiększone stężenie cholesterolu LDL (ang. *low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C*) w osoczu, zwiększone stężenie triglicerydów (TAG) w osoczu, stan przedcukrzycowy lub cukrzycę, nadwagę i otyłość (Guzik 2020, s. 152-154). Według WHO u 80-90% osób umierających z powodu choroby niedokrwiennej serca stwierdza się co najmniej jeden modyfikowalny czynnik ryzyka związany ze stylem życia (WHO 2001). Ryzyko CVD jest więc silnie związane ze stylem życia, co powoduje, że odpowiednie wybory prozdrowotne mogą wpływać na spadek

zachorowalności i śmiertelności z przyczyn krążeniowych (Kłosiewicz-Latoszek i Cybulska 2012, s. 273-281).

Analiza szczegółowa wiążąca wiedzę o zdrowym stylu życia z konkretnymi parametrami związanymi z przepływem krwi w naczyniach krwionośnych stanowić może ważne uzupełnienie wpływu stylu życia na zdrowie i funkcjonowanie organizmu. Nauką zajmującą się badaniem przepływu krwi i analizą zjawisk towarzyszących temu przepływowi jest reologia.

Przepływ krwi jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania organizmu i stanowi wypadkową właściwości zarówno obwodowego układu krążenia jak i cech fizykochemicznych krwi. Do najważniejszych cech hemoreologicznych i hemodynamicznych mających wpływ na przepływ krwi zaliczamy: lepkość krwi pełnej, lepkość osocza, zmienną prędkość ścinania w zależności od przekroju naczynia oraz naprężenie styczne będące siłą między ścianą naczynia a płynącą cieczą (Czerwiński i in. 2019, s. 32-58). Lepkość krwi determinowana jest przez czynniki takie, jak: prędkość i oscylacje przepływu, kaliber naczynia, temperatura, hematokryt, białka osocza (a pośród nich fibrynogen, lipoproteiny i inne makroglobuliny), odkształcalność, zdolność do agregacji i elastyczność błony krwinek czerwonych, dieta, aktywność ruchowa, palenie tytoniu, picie alkoholu (Słowińska i in. 2021, s. 194-206).

Zmiany własności reologicznych krwi są związane z patofizjologią licznych schorzeń: sercowo – naczyniowych, hematologicznych, metabolicznych, zapalnych, autoimmunologicznych. Utrzymanie wartości parametrów hemoreologicznych w normie jest istotne w celu utrzymania prawidłowego przepływu krwi i zaopatrzenia tkanek w tlen (Okahara i in. 2017, s. 262-266). Zaburzenia lepkości krwi są związane z patogenezą, progresją i prognozą zagrażających życiu chorób, takich jak udar mózgu, przemijający epizod niedokrwienności, cukrzyca, choroba niedokrwienności serca (Naghedi-Baghdar i in. 2018, s. 6563-6570). z uwagi na to, że lepkość krwi jest wykładnikiem jej przepływu, wzrost lepkości krwi może powodować obciążenie serca, a następnie niewystarczającą perfuzję tkanek. Równoczesna koncentracja elementów morfotycznych, czynników krzepnięcia i lipidów w miejscach niższego przepływu może powodować zwiększenie ryzyka CVD (Patterson i in. 1998). Zmiany własności reologicznych krwi mogą być także związane z prowadzonym stylem życia (Czerwiński i in. 2019, s. 32-58; Chmiel 1979, s. 1-44).

Celem niniejszej pracy jest wyjaśnienie jak wykładniki zdrowego stylu życia wpływają na zmianę ryzyka CVD poprzez oddziaływanie na właściwości krwi oraz jej przepływ. Wiedza na ten temat jest bardzo pomocna w zrozumieniu jak istotne w kontekście zdrowia są codziennie podejmowane decyzje

oraz jak poprzez modyfikację prostych czynności możemy wpływać na jakość naszego życia w czasie teraźniejszym oraz w przyszłości.

## AKTYWNOŚĆ FIZYCZNA A CHOROBY UKŁADU KRĄŻENIA

Jednym z najistotniejszych elementów zdrowego stylu życia jest aktywność fizyczna. Uważa się ją za jedną z podstawowych potrzeb człowieka, niezbędnych do prawidłowego rozwoju (Makris 2013, s. 294-308). Regularny wysiłek fizyczny przyczynia się do poprawy wydolności krążeniowo-oddechowej, wspomaga funkcje układu ruchu, ale też wpływa pozytywnie na układ nerwowy, poprzez polepszanie sprawności intelektualnej, zmniejszenie ryzyka stanów lękowych i depresji, poprawę jakości snu i samopoczucia (Biernat 2014). Ruch dodatkowo jest bardzo korzystny dla układu krążenia, gdyż obniża ciśnienie tętnicze, zmniejsza ryzyko otyłości, hiperlipidemii i insulinooporności, ale też poprawia funkcjonowanie śródbłonna i układu krzepnięcia oraz zmniejsza stan zapalny. Czynniki te wpływają na zmniejszenie ryzyka CVD u osób aktywnych fizycznie (Makowiec-Dąbrowska 2012, s. 130-138).

Europejskie Towarzystwo Kardiologiczne rekomenduje minimum 150 minut tygodniowo umiarkowanego wysiłku fizycznego lub minimum 75 minut tygodniowo wysiłku tlenowego o dużej intensywności dla osoby dorosłej. w celu uzyskania dodatkowych korzyści zdrowotnych zaleca się podwojenie wyżej podanych wartości. Preferowanym rodzajem wysiłku jest ruch sprawiający przyjemność lub związany z codzienną aktywnością, jak szybki spacer, pływanie lub praca w ogródku. Powyższe czynności mają charakter aerobowy, jednakże największe korzyści odnotowuje się przy połączeniu wysiłku tlenowego z oporowym (Piepoli i in. 2016, s. 821–936).

Wysiłek fizyczny również należy do czynników wpływających na parametry hemoreologiczne, a dokonuje się to w 3 fazach (Brun 2002, s. 155-174):

1. Efekty krótkoterminowe.
2. Efekty opóźnione.
3. Efekty długoterminowe.

Krótkoterminowe skutki aktywności fizycznej polegają na „hemokoncentracji”, a więc wzroście lepkości krwi krążącej, czego głównymi czynnikami sprawczymi jest wzrost lepkości osocza i hematokrytu. Podłożem tego zjawiska jest skurcz śledziony z wyrzuceniem na obwód erytrocytów, a następnie redystrybucja krwinek czerwonych w naczyniach oraz utrata wody

z organizmu z dodatkowym przesunięciem jej części do pracujących mięśni (Brun 2002, s. 155-174). Wydawałoby się, że zagęszczenie krwi nie jest korzystne w początkowym okresie ruchu, jednakże dzięki rozszerzeniu naczyń krwionośnych przez indukowaną zwiększonym napięciem ścinającym produkcją tlenu azotu, cały proces pozwala na zwiększenie wydajności treningu (Brun i in. 2011a, s. 207-214). Krótkotrwały wzrost hematokrytu jest znacznie mniej nasilony u osób uprawiających sport regularnie niż u osób niewytrenowanych (Szanto, Mody i Gyurcsik 2021, s. 870).

Do efektów opóźnionych podczas wysiłku fizycznego zalicza się „autohemodylucję”, polegającą na zmniejszeniu lepkości krwi, głównie na skutek spadku hematokrytu (Brun i in. 2011b, s. 183-197). Można podsumować zachodzące procesy tak, że *„im bardziej wysportowany jest sportowiec, tym bardziej płynna jest jego krew”*. Prawdopodobnie jest to adaptacja organizmu i wytworzenie rezerwy do ewentualnego zwiększenia natężenia wysiłku związanego z następowym wzrostem hematokrytu. Sportowcy z większymi wartościami hematokrytu osiągają większą wydolność tlenową w stosunku do sportowców o niskich jego wartościach (Brun i in. 2000, s. 287-303).

Najważniejsze w kontekście zmniejszania ryzyka CVD wydają się być długoterminowe efekty ruchu. w kontekście parametrów hemoreologicznych skutki te są bardzo korzystne, jednak zależy to od typu, intensywności i regularności wysiłku. u osób aktywnych obserwuje się spadek lepkości krwi (Li i in. 2015, s. 291-298), a więc „hemoreologiczną sprawność” (ang. *hemorheological fitness*), cechującą się wzrostem objętości krwi, a zwłaszcza jej osocza oraz jej większą płynnością. Natomiast u osób o niezdrowym, „siedzącym” trybie życia wykazano zaburzoną deformację krwinek czerwonych oraz ich wzmożoną agregację oraz wzrost hematokrytu i lepkości osocza (Connes i in. 2013, s. 187-199). Zmiany w parametrach reologicznych różnią się jednak zależnie od rodzaju podejmowanego sportu – znacznie korzystniejszy profil hemoreologiczny indukowany jest przez intensywny wysiłek podejmowany w interwałach niż w przypadku ruchu o umiarkowanym nasileniu trwającego przez dłuższy czas. Prawdopodobnym podłożem jest wydolniejsze mikrokrążenie z szybszą eliminacją mleczanów, które wpływają na zmniejszenie odkształcalności RBC, a co za tym idzie na wzrost lepkości krwi (Szanto, Mody i Gyurcsik 2021, s. 870). Regularność treningów również powoduje większą elastyczność erytrocytów (Bizjak i in. 2020, s. 595-603). Stąd też możemy wnioskować, że systematyczna aktywność fizyczna indukuje korzystniejszy profil hemoreologiczny, umożliwiając lepszą perfuzję tkanek.



W badaniach wykazano również, że ruch wykonywany rekreacyjnie w wolnym czasie, redukuje ryzyko sercowo-naczyniowe poprzez zmniejszenie lepkości osocza, w przeciwieństwie do aktywności w ramach pracy, która takiej zależności nie wykazuje (Koenig i in. 1997, s. 335-341). Możliwą przyczyną jest spadek stężenia fibrynogenu w przypadku aktywności rekreacyjnej (Connelly, Cooper i Meade 1992, s. 351-354). Zwiększone stężenie fibrynogenu oraz podwyższona lepkość osocza są pozytywnie skorelowane z licznymi czynnikami sprzyjającymi wystąpieniu CVD i mogą prognozować szanse zachorowania i śmierci niezależnie od innych czynników ryzyka (Connelly, Cooper i Meade 1992, s. 351-354).

W badaniach obejmujących grupę osób starszych wykazano, że aktywność fizyczna na skutek zmniejszania lepkości krwi poprawia funkcję układu sercowo-naczyniowego i perfuzję centralnego układu nerwowego, czego skutkiem jest poprawa funkcji kognitywnych. Mechanizmami do tego prowadzącymi, są: przepływ płynów z naczyń krwionośnych do przestrzeni śródmiąższowej, zwiększenie objętości krwinek czerwonych, wzrost objętości osocza oraz spadek hematokrytu (Antunes i in. 2015, s. 805-812).

Aktywność fizyczna jest więc niezwykle istotnym elementem stylu życia, który może istotnie zmniejszać ryzyko CVD. Wykazano, że u pacjentów z grupy niskiego ryzyka tlenowy trening jest co najmniej tak samo korzystny jak leczenie angioplastyką wieńcową pod względem poprawy ukrwienia mięśnia sercowego i poprawy stanu klinicznego, a dodatkowo zmniejsza częstość CVD (Kodama i in. 2009, s. 2024-2035). Stąd też tak istotne jest promowanie aktywności fizycznej jako składowej profilaktyki wystąpienia chorób układu krążenia w przeszłości, ale też leczenia tych już zaistniałych.

## ROLA DIETY W PROFILAKTYCE CHORÓB SERCOWO-NACZYNIOWYCH

Elementem zdrowego stylu życia są nawyki żywieniowe. Prawidłowe odżywianie pozwala utrzymywać dobrostan fizyczny i psychiczny. Według najnowszych zaleceń WHO zdrowa dieta powinna być oparta na poniższych zasadach:

1. Duże spożycie owoców, warzyw, strączków (np. soczewicy i fasoli), orzechów i pełnych zbóż (np. nieprzetworzonej kukurydzy, prosa, owsa, pszenicy, brązowego ryżu).

2. Spożycie minimum 400g tzn. 5 porcji owoców i warzyw dziennie (WHO 2003), z wyłączeniem ziemniaków, słodkich ziemniaków, manioku i innych roślin korzeniowych bogatych w skrobię.
3. Cukry proste powinny stanowić mniej niż 10% podaży energii (WHO 2003; WHO 2015), co jest równe 50 g (lub 12 łyżeczkom) na osobę o prawidłowej masie ciała konsumującą około 2000 kalorii dziennie, ale najlepiej, aby było to mniej niż 5% podaży energii dla dodatkowych korzyści zdrowotnych (WHO 2015). Do cukrów prostych zaliczamy wszystkie cukry dodawane do pokarmów i napojów przez producentów, kucharzy lub konsumentów, tak samo jak naturalnie obecne w miodzie, syropach, sokach owocowych i koncentratów soków owocowych.
4. Tłuszcze powinny stanowić mniej niż 30% podaży energii (WHO 2003; Hooper i in. 2015). Nienasycone tłuszcze (obecne w rybach, awokado, orzechach, słoneczniku, nasionach soi, rzepaku i oliwie z oliwek) są preferowane w stosunku do tłuszczów nasyconych (obecnych w tłustych mięsach, maśle, oleju palmowym i kokosowym, śmietanie, serach, ghee i smalcu) oraz tłuszczów o konfiguracji trans wszystkich rodzajów, włączając w to zarówno wytworzone przemysłowo tłuszcze trans (obecne w pieczonych i smażonych potrawach, pakowanych posiłkach i przekąskach, takich jak mrożona pizza, ciasta, ciasteczka, herbatniki, wafle, oleje jadalne oraz margaryna) i tłuszczy trans pochodzących z mięsa i nabiału pochodzącego od przeżuwaczy (takich jak krowy, owce, kozy i wielbłądy). Sugerowana podaż tłuszczów nasyconych powinna być zredukowana do mniej niż 10% ogólnej kaloryczności diety, a tłuszczów trans do mniej niż 1% (WHO 2018). Szczególnie powinno unikać się tłuszczów trans pochodzenia przemysłowego (Nishida i Uauy 2009, s. 1-4).
5. Zaleca się spożywanie mniej niż 5g soli (ekwiwalent 1 łyżeczki) dziennie, przy czym sól powinna być jodowana (WHO 2012).

Prozdrowotne zmiany w diecie mogą wpływać na zmniejszenie ilości zachorowań i zgonów na CVD. Najczęściej zalecaną dietą w tym kontekście jest dieta śródziemnomorska, czyli dieta bogata w zboża, świeże warzywa i owoce, tłuszcze roślinne oraz zawierająca dużo tłuszczów jednonienasyconych i z rodzaju n-3, natomiast ograniczająca mleko, masło, śmietanę i produkty garmażeryjne oraz zmniejszająca spożycie tłuszczu ogółem, kwasów tłuszczowych nasyconych i wielonienasyconych z rodzaju n-6 oraz cholesterolu (Kłósiewicz-Latoszek i Cybulska 2012, s. 273-281). Jej pozytywny wpływ na zmniejszenie częstości poważnych zdarzeń

sercowo-naczyniowych, jak i śmiertelności ogólnej obserwuje się w badaniach obserwacyjnych i randomizowanych, przez co znalazła się ona w zaleceniach odnośnie prewencji CVD (Kluk 2016, s. 260).

Dieta może wpływać na ryzyko chorób o podłożu sercowo-naczyniowym poprzez oddziaływanie na parametry reologiczne krwi (Słowińska i Marcinkowska-Gapińska 2020, s. 114-126). Po zastosowaniu diety bogatej w owoce i warzywa u osób z cukrzycą typu II obserwowano znaczny spadek lepkości krwi, co najprawdopodobniej spowodowane było spadkiem poziomu fibrynogeny w reakcji na duże spożycie błonnika, witaminy C i złożonych węglowodanów (Salau i in. 2012, s. 694-697). u osób stosujących dietę wegetariańską obserwuje się pozytywny wpływ na płynność krwi (Ernst i Franz 1995, s. 70-71). Może się to dzieć poprzez wysoką zawartość antyoksydantów i niską zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (ang. *saturated fatty acids*, SFA) oraz następujące uszkodzenie krwinek czerwonych przez wolne rodniki, czemu towarzyszyć może zaburzenie przepływu krwi (Gyawali i Richards 2015, s. 139-144). Powyższe spostrzeżenia mogą znaleźć zastosowanie jako uzasadnienie w promowaniu diety bogatej w warzywa i owoce oraz diety wegetariańskiej w kontekście zmniejszania ryzyko chorób układu sercowo-naczyniowego.

Dodatkowo wyróżnić można diety „aterogenne”, które poprzez wysoką zawartość SFA powodują wzrost ryzyka sercowo-naczyniowego. Jednym z możliwych mechanizmów do tego prowadzących jest modulacja przepływu krwi poprzez zwiększanie lepkości krwi i osocza, stężenia TAG oraz spadek odkształcalności erytrocytów. Dieta „zachodnia” promuje również tworzenie agregatów krwinek czerwonych, przyczyniając się do zaburzeń przepływu krwi (Cicha i in. 2004, s. 301-305). Istnieje pozytywna korelacja między poziomem cholesterolu całkowitego (ang. *total cholesterol*, TC) i TAG oraz lepkością krwi i osocza, te natomiast wpływają na ryzyko chorób takich jak cukrzyca, nadciśnienie tętnicze, miażdżycy, choroby naczyń mózgowych (Czerwiński i in. 2019, s. 32-58). Dieta bogata w SFA, obecne w produktach zwierzęcych oraz izomery trans nienasyconych kwasów tłuszczowych, pochodzące głównie z utwardzonych tłuszczów roślinnych oraz potraw smażonych i pieczonych, przyczynia się do wzrostu TC, a zwłaszcza jego frakcji LDL oraz spadkiem frakcji HDL (ang. *high-density lipoprotein*, HDL) we krwi (Kapłon-Cieślicka i Filipiak 2009, s. 12-22). Podwyższony poziom cholesterolu, a szczególnie formy LDL we krwi jest jednym z czynników ryzyka rozwoju miażdżycy, która stoi u podłoża wielu CVD (Cowan, Cho i Rosen son 2012, s. 339-344). Podłożem tego zjawiska jest odkładanie cholesterolu LDL w ścianie naczyń z następującą jego oksydacją i aktywacją komórek

śródbłonka naczyniowego, co ostatecznie powoduje powstawanie blaszek miażdżycowych (Pasierski i Gaciong 2004, s. 50-58). LDL wpływa na rozwój miażdżycy również poprzez zwiększanie lepkości krwi, w przeciwieństwie do cholesterolu HDL, który odpowiada za jej spadek (Czerwiński i in. 2019, s. 32-58). „Aterogenny” profil lipidowy może więc powodować negatywne zmiany reologiczne, a w konsekwencji spowolnienie przepływu krwi, zwłaszcza w miejscach o małym naprężeniu ścinającym o burzliwym jej przepływie np. okolice odejścia gałęzi bocznych, ściany boczne bifurkacji czy krzywizny wewnętrzne tętnic, powodując powstawanie blaszek miażdżycowych (Słowińska i Marcinkowska-Gapińska 2020, s. 114-126). Dieta uboga w cholesterol powoduje zmniejszenie koncentracji LDL we krwi, przez co zalecana jest w prewencji CVD. Stąd też bardzo istotne jest promowanie odpowiedzialnych wyborów żywieniowych tzn. włączanie do jadłospisu owoców, warzyw, pełnych zbóż, niskotłuszczowych lub beztłuszczowych produktów mlecznych, ubogich w tłuszcz źródeł białka, orzechów i ziaren oraz płynnych tłuszczów roślinnych. Pomimo trudności związanych z wdrożeniem powyższych rozwiązań, zmiana schematów żywieniowych może znacznie poprawić jakość diety, jak też promować zdrowie w kontekście sercowo-naczyniowym (Carson i in. 2020, s. 39-53).

Obok SFA wśród tłuszczów dostarczanych z dietą znajdują się również kwasy nienasycone, które mają odmienny wpływ na układ krążenia. Zaliczamy do nich kwasy tłuszczowe jednonienasycone (ang. *monounsaturated fatty acids*, MUFA) i wielonienasycone (ang. *poly-unsaturated fatty acids*, PUFA). Wśród kwasów tłuszczowych najbardziej pozytywne działanie w prewencji CVD mają PUFA z rodziny n-3, do których zaliczamy kwas  $\alpha$ -linolenowy (ang. *alpha-linolenic acid*, ALA), kwas eikozapentanowy (*eicosapentaenoic acid*, EPA) i kwas dokozaheksaenowy (ang. *docosahexaenoic acid*, DHA). Suplementacja powyższych przekładała się na spadek śmiertelności ogólnej i sercowo-naczyniowej, a w szczególności nagłego zgonu sercowego. Wysokie spożycie MUFA i PUFA z rodziny n-6 również może przynosi korzyści zdrowotne (Kapłon-Cieślicka i Filipiak 2009, s. 12-22). Podkreśla się jednak rolę odpowiedniego stosunku PUFA n-6 do PUFA n-3 w diecie - nie powinien być wyższy niż 5:1 dla dodatkowych korzyści w profilaktyce CVD (Dutkowska i Rachoń 2015, s. 154-159).

PUFA n-3 mogą modulować ryzyko sercowo-naczyniowe również poprzez wpływ na lepkość krwi. Promują one tzw. „model hipokoagulacyjny”, poprzez obniżanie lepkości osocza oraz agregacji płytek krwi (Stupin, Kibel i Stupin 2019). Dodatkowo działają przeciwzapalnie, poprawiają funkcję

śródbłonka, ale też obniżają stężenie TAG we krwi (Kapłon-Cieślicka i Filipiak 2009, s. 12-22).

SFA powinny być w diecie zastępowane MUFA i PUFA (Kapłon-Cieślicka i Filipiak 2009, s. 12-22). Źródłem PUFA n-3 są przede wszystkim ryby i rośliny (Dutkowska i Rachoń 2015, s. 154–159). Produktami bogatymi w EPA i DHA są tłuste ryby morskie, takie jak makrela, sardynka, śledź i tuńczyk oraz owoce morza. Chcąc natomiast wzbogacić dietę w ALA, powinno się spożywać znaczne ilości olejów roślinnych: rzepakowego, lnianego i włoskiego oraz roślin strączkowych (Kapłon-Cieślicka i Filipiak 2009, s. 12-22). Jadłospis bogaty w powyższe produkty może więc przyczynić się do zmniejszenia ryzyka sercowo-naczyniowego.

Najnowsze doniesienia podkreślają jednak istotną rolę spożycia nadmiernej ilości węglowodanów i cukrów prostych w diecie w patogenezie chorób układu krążenia. Zarówno duże spożycie cukrów prostych, jak i nadmiar węglowodanów złożonych mają niekorzystny wpływ na zdrowie. Wykazano korelację między spożyciem cukru, a występowaniem cukrzycy typu II, nadwagi i otyłości, chorób układu krążenia oraz nowotworów (Kłosiewicz-Latoszek i Cybulska 2011, s. 181-186). Zwiększone stężenie TAG we krwi, wbrew dawniejszym poglądom jest silniej skorelowane z nadmiernym spożyciem węglowodanów niż z dietą bogatą w tłuszcze. Dodatkowo zwiększenie udziału białek i tłuszczów, zwłaszcza nienasyconych, skutkować może obniżeniem stężenia TC i TAG oraz ryzyka CVD. Wydaje się więc, że konieczna jest rewizja dotychczas obowiązujących zaleceń żywieniowych i rozważenie zmniejszenia zalecanych ilości węglowodanów w diecie (Maćkowska-Kędzióra i in. 2014, s. 123-128).

W aspekcie hemoreologicznym, konsumpcja cukrów prostych wpływa na wartości parametrów takich jak hematokryt, lepkość osocza i agregację erytrocytów, jednakże bezpośredni mechanizm nie został dokładnie opisany. Przewlekła ekspozycja na nadmiar glukozy, obserwowana np. w cukrzycy typu II, może powodować wzrost lepkości krwi i osocza poprzez zwiększanie agregacji erytrocytów (Koltai i in. 2006, s. 517-525). Przyczyną może być wzrost fibrynogenu, ale też zmiana struktury lipidowej błon komórkowych krwinek czerwonych oraz glikozylacja ich białek błonowych, skutkująca wzrostem ich sztywności (Babu i Singh 2004, s. 273-280).

## ZDROWIE PSYCHICZNE

Oprócz elementów somatycznych, na styl życia składa się również komponenta psychiczna, która może wpływać na zdrowie poprzez samokontrolę organizmu, odpowiedzialność za zdrowie i pozytywne nastawienie (Ślusarska i Nowicki 2010, s. 34-40). Stres może stanowić podłoże chorób takich choroba wrzodowa żołądka, choroby układu krążenia, migrena, alergia czy astma (Jarosz 1978).

Z uwagi na to, że CVD zaliczane są do „chorób cywilizacyjnych”, czynniki psychologiczne odgrywają w ich rozwoju bardzo istotną rolę. Czynniki psychospołeczne mogą oddziaływać na układ krążenia na podłożu metabolicznym, biochemicznym oraz bioelektrycznym (Orzechowska, Denys i Gałęcki 2015, s. 81-88). Stres oraz choroby psychiczne powiązane są ze zwiększonym ryzykiem CVD (Wong i in. 2008, s. 2350; Kalelioglu i in. 2018, s. 310-315). Do najważniejszych czynników ryzyka zaliczamy: przewlekły stres, niski poziom wsparcia społecznego, niektóre cechy osobowości, status socjoekonomiczny oraz depresję. Mechanizmy prowadzące do rozwoju CVD na podłożu psychospołecznym możemy podzielić na pośrednie - behawioralne i bezpośrednie - patofizjologiczne. Do tych pierwszych zaliczamy nieprawidłowe zachowania zdrowotne, jak zła dieta, palenie papierosów i mała aktywność fizyczna, natomiast mechanizmy patofizjologiczne obejmują zaburzenia neuroendokrynne, nadmierną aktywację współczulną, zaburzenia układu krzepnięcia i funkcji śródbłonka oraz odpowiedzi immunologicznej i zapalnej (Pakalska-Korcala, Zdrojewski i Piwoński 2006, s. 80-86). Zaburzenia nastroju są spotykane 3 razy częściej u pacjentów z chorobami krążenia w porównaniu do populacji ogólnej, 15-20% pacjentów leczonych na CVD posiada również rozpoznaną depresję (Huffman i in. 2013, s. 1-14), a 20-45% zaburzenia lękowe (Moser 2007, s. 361-369).

Warunki stresu emocjonalnego mogą modulować ryzyko sercowo-naczyniowe poprzez wpływ na reologię krwi (Kalelioglu i in. 2018, s. 310-315). Bezpośrednią reakcją na stres jest wzrost lepkości krwi oraz hematokrytu. Bardziej wyraźne zmiany obserwowano dla niskich prędkości ścinania, co może wiązać się z patogenezą CVD, gdyż objawowe blaszki miażdżycowe najczęściej powstają w miejscach łożyska naczyniowego o najniższych prędkościach ścinania. Zaistniała hemokoncentracja może oddziaływać mechanicznie na blaszki miażdżycowe, prowadząc do ich oderwania i powstania zakrzepu, co predysponuje do zdarzeń sercowo-naczyniowych oraz mózgowo-naczyniowych (deBoer i in. 2007, s. 639-649). Stres psychiczny powoduje wzrost

lepkości krwi również poprzez nagły wzrost ciśnienia tętniczego, oporności na insulinę oraz aktywności układu współczulnego, co może tłumaczyć jego związek z nagłymi stanami chorobowymi związanymi z układem krążenia (Reims i in. 2005, s. 159-169), zwłaszcza, że zmiany hemoreologiczne mogą pojawić się nawet już 4-10 minut po zadziałaniu bodźca stresowego (Patterson i in. 1998, s. 204-212). Zewnętrzne czynniki stresowe powodują również zmniejszenie odkształcalności erytrocytów, co prawdopodobnie związane jest z działaniem „hormonów stresu”, czyli adrenaliny, noradrenaliny i kortyzolu (Pehlivanoglu, Dikmenoglu i Balkanci 2007, s. 301-308). Osoby ze zdiagnozowaną depresją wykazywały podwyższoną lepkość krwi (na skutek indukowanej stresem hemokoncentracji), która ulegała polepszeniu po wdrożeniu leczenia antydepresyjnego (Wong i in. 2008, s. 2350).

Bardzo istotne w kontekście profilaktyki CVD jest więc zdrowie psychiczne i dobre samopoczucie. sZnaczące jest też odpowiednie wsparcie ze strony otoczenia. u chorych po zawale serca odpowiednie wsparcie społeczne zredukowało istotnie częstość incydentów sercowo-naczyniowych oraz zgonu z ich przyczyny (Linden, Stossel i Maurice 1996, s. 745-752). Stąd też konieczna jest szersza edukacja odnośnie czynników psychospołecznych jako czynników ryzyka CVD, odpowiednia ich ocena oraz modyfikacja poprzez wdrażanie adekwatnej profilaktyki i terapii.

## UŻYWKI

Często pomijanym aspektem zdrowego stylu życia są używki, do których zaliczyć możemy alkohol i kofeinę oraz palenie papierosów. Palenie papierosów i nadmierne spożycie alkoholu niewątpliwie zwiększają ryzyko chorób, natomiast umiarkowane spożycie kawy nie stanowi ryzyka dla zdrowia. Jednakże picie jej nadmiaru w połączeniu z nadużywaniem alkoholu i tytoniu może zwiększać częstość chorób układu krążenia (Rapacka i in. 2003, s. 790-794).

Palenie tytoniu należy do głównych czynników ryzyka CVD (Kłosiwicz-Latoszek i Cybulska 2011, s. 181-186). Nałóg ten odpowiada za 50% wszystkich, możliwych do uniknięcia, zgonów u osób palących, z czego połowa to zgony z powodu CVD. Niekorzystne konsekwencje dla zdrowia niesie również palenie bierne (Piepoli i in. 2016, s. 821-936). Palenie tytoniu powoduje również zmiany w wartościach parametrów reologicznych. Zwiększa ono lepkość krwi prawdopodobnie na skutek indukcji stanu zapalnego w drogach oddechowych i niedotlenienia tkanek, na co organizm odpowiada adaptacyjnie wzrostem hematokrytu, MCV (średnia objętość

krwinki czerwonej, ang. *mean corpuscular volume*), MCH (średnia masa hemoglobiny w krwince czerwonej, ang. *mean corpuscular hemoglobin*), ale też fibrynogenu, który wpływa na zwiększenie lepkości osocza (Ergun i in. 2016, s. 313-332). Zaburzona u palaczy jest też odkształcalność erytrocytów, a wiązanie agregatów krwinek czerwonych przez fibrynogen jest silniejsze. Następuje zmniejszenie zasobów ATP, powodujące ich kształtowanie w echnocyty (Yuvraj, Indumathi i Singh 2012, s. 169-175). Dodatkowo papierosy pogarszają parametry reologiczne poprzez wpływ na metabolizm, gdyż mogą indukować wzrost TC, TAG, LDL i VLDL (lipoproteina o bardzo niskiej gęstości, ang. *very-low-density lipoprotein*), natomiast spadek cholesterolu frakcji HDL (Lakshmanan i in. 2014). Wszystkie powyższe zmiany mogą powodować zaburzenie przepływu krwi

Należy więc kłaść nacisk na rezygnację z palenia w ramach profilaktyki CVD. Całkowite jego zaprzestanie uznawane jest za najlepszy środek prewencji, a samo ograniczanie ilości wydaje się nie dawać istotnej poprawy. Odstawienie tytoniu pozwala na zmniejszenie ryzyka chorób układu krążenia do poziomu podobnego jak w populacji ogólnej po około 10-15 latach. Powinno się też unikać palenia biernego (Piepoli i in. 2016, s. 821-936). z uwagi na to, że nie jest to proces łatwy dla pacjenta, ważne jest wsparcie ze strony lekarza prowadzącego, stosowanie nikotynowej terapii zastępczej i ewentualnego leczenia farmakologicznego, ale również zachęcanie i edukacja w zakresie znaczenia rezygnacji z tytoniu dla zachowania zdrowia.

Alkohol jest używką, która może powodować uzależnienie, a przy niekontrolowanej konsumpcji poważne choroby układu krążenia, jak kardiomiopatia, niewydolność serca i zaburzenia rytmu (Mamcarz i Podolec 2007, s. 255-263). Maksymalna dzienna ilość spożywanego alkoholu wpisująca się w kryteria zdrowej diety według wytycznych ESC (Europejskie Towarzystwo Kardiologiczne, ang. *European Society of Cardiology*) z 2016 roku wynosi 2 kieliszki napojów alkoholowych dla mężczyzn (20g alkoholu/d), a dla kobiet 1 kieliszek (10g alkoholu/d). Spożywanie więcej niż 3 napojów alkoholowych dziennie wiąże się z podwyższonym ryzykiem CVD, natomiast umiarkowane spożycie (2 lub 2 j./d.) wiąże się z niższym ryzykiem w stosunku do całkowitych abstynentów (Piepoli i in. 2016, s. 821-936). Wiąże się to z tzw. „paradoksem francuskim”, gdyż wśród obywateli Francji mimo wysokiego poziomu cholesterolu we krwi oraz spożycia SFA, śmiertelność na CVD jest niższa. Prawdopodobnym wytłumaczeniem jest spadek stężenia fibrynogenu oraz płytek krwi oraz wzrost HDL przez działanie komponenty alkoholowej czerwonego wina, ale też spadek oksydacji i ekspresji receptora LDL, agregacji



płytek i mediatorów zapalenia przez działanie komponenty fenolowej. Wszystkie te zmiany są spowodowane regularnym i umiarkowanym spożyciem czerwonego wina i mogą wpływać na spadek lepkości krwi (Toth i in. 2014, s. 13-23). Jednakże przewlekłe spożywanie dużej ilości alkoholu powodować może spadek perfuzji tkanek (Gdovinová 2004, s. 182–186), co nie jest korzystne z punktu widzenia kardiologicznego.

Z uwagi na brak konsensusu odnośnie wpływu alkoholu na ryzyko sercowo-naczyniowe, trudno jest jednoznacznie ocenić jego wpływ na układ krążenia. z uwagi na obecność innych sposobów na zmniejszanie ryzyka CVD, raczej unika się zalecania jego profilaktycznego spożywania, gdyż szkody mogą w tym wypadku przewyższyć korzyści (Mamcarz i Podolec 2007, s. 255–263).

## PODSUMOWANIE

Zdrowy styl życia nie jest prostym do zdefiniowania sposobem funkcjonowania, jednak niewątpliwie w świetle badań przynosi on znaczne korzyści w profilaktyce CVD. Stąd zdrowa i zbilansowana dieta, regularna aktywność fizyczna, dbanie o dobrobyt psychiczny oraz rezygnacja z tytoniu i ograniczenie alkoholu są bardzo istotnymi krokami, które należy podjąć w celu zachowania zdrowia układu krążenia. Jednym z mechanizmów, przez które powyższe czynniki wpływają na układ sercowo-naczyniowy jest modulowanie wartości parametrów reologicznych krwi. Te natomiast warunkują przepływ w naczyniach, a co za tym idzie perfuzję tkanek, która zapewnia dobrostan i prawidłowe funkcjonowanie organizmu.

## BIBLIOGRAFIA

- Wojciechowska K., Głaz P., Straszak D., Rosińska A.  
2020 „Styl życia a stan zdrowia człowieka, Zdrowy styl życia”. Wyzwania XXI wieku. 10.
- Mucha B., Mucha M.  
2020 „Czynniki determinujące zdrowy styl życia w opinii młodych konsumentów”. *Ekonomia - Wrocław Economic Review*. t. 26, nr 4.
- Ponczek D., Olszowy I.  
2012 „Styl życia młodzieży i jego wpływ na zdrowie”. *Probl Hig Epidemiol*. 93(2).

- Cierniak-Piotrowska M., Marciniak G., Stańczak J.  
2015 "Statystyka zgonów i umieralności z powodu chorób układu krążenia." Zachorowalność i umieralność na choroby układu krążenia a sytuacja demograficzna Polski. Warszawa: Rządowa Rada Ludnościowa.
- Guzik T., Undas A., Szczeklik A., Cybulska B., Kłosiewicz-Latoszek L., Szostak W.  
2020 "Miażdżyca i ryzyko sercowo-naczyniowe." [w:] Gajewski P. (red.), Interna Szczeklika 2020, Medycyna Praktyczna, Kraków.
- World Health Organization (WHO).  
2001 "World Health Organization: Manual on monitoring cardiovascular diseases". Waszyngton.
- Kłosiewicz-Latoszek L., Cybulska B.  
2012 „Wpływ zdrowego stylu życia na zmniejszenie ryzyka zgonów sercowo-naczyniowych” Choroby Serca i Naczyń 2012. 9(5).
- Czerwiński F., Kopczyńska D.L., Musioł A.A., Słowińska A.M., Włodarczyk P.M., Wysocka E., Marcinkowska-Gapińska A.  
2019 „Lepkość krwi jako czynnik reologiczny w patogenezie chorób naczyniowych.” [w:] Kubisz L., Hojan-Jezińska D., Matthews-Brzozowska T., Marcinkowska-Gapińska A. (red.), Biofizyka a medycyna. T.8, Wydawnictwo Naukowe UMP Poznań.
- Słowińska A., Kopczyńska D., Wysocka E., Wysocka M., Marcinkowska-Gapińska A.  
2021 „Zmiany w parametrach hemoreologicznych w przebiegu COVID-19.” [w:] Kubisz L., Hojan-Jezińska D., Matthews-Brzozowska T., Marcinkowska-Gapińska A. (red.), Biofizyka a medycyna. T.9, Wydawnictwo Naukowe UMP, Poznań.
- Okahara S., Soh Z., Miyamoto S., Takahashi H., Itoh H., Takahashi S., Sueda T., Tsuji T.  
2017 "A Novel Blood Viscosity Estimation Method Based on Pressure-Flow Characteristics of an Oxygenator During Cardiopulmonary Bypass". Artificial Organs. 41(3).
- Naghedi-Baghdar H., Nazari S.M., Taghipour A., Nematy M., Shokri S., Mehri M.R., Molkara T., Javan R.  
2018 "Effect of diet on blood viscosity in healthy humans: a systematic review". Electron Physician. 10(3).

Patterson S.M., Marsland A.L., Manuck S.B., Kameneva M., Muldoon M.F.  
1998 "Acute hemoconcentration during psychological stress: assessment of hemorheologic factors". *Int J Behav Med.* 5(3).

Chmiel H.

1979 "Determination of blood rheological parameters and clinical application". *Advances in Cardiovascular Physics*, 3.

Makris M.

2013 „Ocena stylu życia kobiet podejmujących aktywność ruchową”. *Handel Wewnętrzny*.

Biernat E.

2014 „Aktywność fizyczna w życiu współczesnego człowieka”. E-wydawnictwo Narodowego Centrum Badania Kondycji Fizycznej, Warszawa.

Makowiec-Dąbrowska T.

2012 „Wpływ aktywności fizycznej w pracy i życiu codziennym na układ krążenia”. *Forum Medycyny Rodzinnej.* 6(3).

Piepoli M., Hoes A., Agewall S., et al.

2016 „Wytyczne ESC dotyczące prewencji chorób układu sercowo naczyniowego w praktyce klinicznej w 2016 roku”. *Kardiologia Polska.* 74(9).

Brun J.F.

2002 "Exercise hemorheology as a three acts play with metabolic actors: is it of clinical relevance?". *Clin Hemorheol Microcirc.* 26(3).

Brun J.F., Varlet-Marie E., Cassan D., Raynaud de Mauverger E.

2011a "Blood rheology and body composition as determinants of exercise performance in female rugby players". *Clin Hemorheol Microcirc.* 49(1-4).

Szanto S., Mody T., Gyurcsik Z., Babjak L.B., Somogyi V., Barath B., Varga A., Matrai A.A., Nemeth N.

2021 "Alterations of Selected Hemorheological and Metabolic Parameters Induced by Physical Activity in Untrained Men and Sportsmen". *Metabolites.* 11(12).

Brun J.F., Varlet-Marie E., Romain A.J., Raynaud de Mauverger E.

2011 "Interrelationships among body composition, blood rheology and exercise performance". *Clin Hemorheol Microcirc.* 49(1-4).

- Brun J.F., Bouchahda C., Chaze D., Benhaddad A.A., Micallef J.P., Mercier J.  
2000 "The paradox of hematocrit in exercise physiology: which is the "normal" range from an hemorheologist's viewpoint?" *Clin Hemorheol Microcirc.* 22(4).
- Li X.S., Cheng S.J., Cao Z.G., Li Y., Wang R.T.  
2015 "Elevated whole blood viscosity in patients with lumbar disc herniation". *Clin Hemorheol Microcirc.* 62(4).
- Connes P., Simmonds M., Brun J.F., Baskurt O.K.  
2013 "Exercise hemorheology: Classical data, recent findings and unresolved issues". *Clin. Hemorheol. Microcirc.* 53.
- Bizjak D.A., Tomschi F., Bales G., Nader E., Romana M., Connes P., Bloch W., Grau M.  
2020 "Does endurance training improve red blood cell aging and hemorheology in moderate-trained healthy individuals?" *J. Sport Health Sci.* 9.
- Koenig W., Sund M., Döring A., Ernst E.  
1997 "Leisure-time physical activity but not work-related physical activity is associated with decreased plasma viscosity. Results from a large population sample". *Circulation.* 95(2).
- Connelly J.B., Cooper J.A., Meade T.W.  
1999 "Strenuous exercise, plasma fibrinogen, and factor VII activity". *Br Heart J.* 67.
- Antunes H.K., De Mello M.T., Santos-Galduróz R.F., Galduróz J.C.F., Aquino Lemos V., Tufik S., Bueno O.F.A.  
2015 Effects of a physical fitness program on memory and blood viscosity in sedentary elderly men. "Brazilian journal of medical and biological research". 48(9).
- Kodama S., Saito K., Tanaka S., Maki M., Yachi Y., Asumi M., Sugawara A., Totsuka K., Shimano H., Ohashi Y., Yamada N., Sone H.  
2009 "Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis". *JAMA* 2009; 301.

World Health Organization (WHO).

2003 "World Health Organization: Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation". WHO Technical Report Series, No. 916. Geneva.

World Health Organization (WHO).

2015 "World Health Organization Guideline: Sugars intake for adults and children". Geneva.

Hooper L., Abdelhamid A., Bunn D., Brown T., Summerbell C.D., Skeaff C.M.

2015 "Effects of total fat intake on body weight". Cochrane Database Syst Rev. 8.

World Health Organization (WHO).

2018 "World Health Organization Guidelines: Saturated fatty acid and trans-fatty acid intake for adults and children". Geneva.

Nishida C., Uauy R.

2009 "WHO scientific update on health consequences of trans fatty acids: introduction". Eur J Clin Nutr. 63(2).

World Health Organization (WHO).

2012 "World Health Organization Guideline: Sodium intake for adults and children". Geneva.

Kluk M.K.

2016 "Dieta w kardiologii prewencyjnej—znaczenie nawyków żywieniowych w prewencji poważnych incydentów wieńcowych u pacjentów z grupy wysokiego ryzyka sercowo naczyniowego ze stabilną chorobą niedokrwinną serca na podstawie subanalizy badania STABILITY." *Folia Cardiologica* 11(3).

Słowińska A., Marcinkowska-Gapińska A.

2020 „Jak styl życia wpływa na parametry reologiczne krwi?” [w:] Kubisz L., Hojan-Jezińska D., Matthews-Brzozowska T., Marcinkowska-Gapińska A. (red.), *Biofizyka a medycyna*. T.8, Wydawnictwo Naukowe UMP, Poznań.

- Salau B.A., Adeyanju M.M., Odufuwa K.T., Osilesi O.  
2012 "Fruits and vegetables diet improves some selected haemorheological parameters predisposing to cardiovascular disease in non insulin dependent diabetes mellitus NIDDM subjects". *Pak J Biol Sci.* 15(14).
- Ernst E., Franz A.  
1995 "Blood fluidity score during vegetarian and hypocaloric diets - a pilot study". *Complementary Therapies in Medicine.* 3(2).
- Gyawali P., Richards R.S.  
2015 "Association of altered hemorheology with oxidative stress and inflammation in metabolic syndrome". *Redox Report.* 20(3).
- Cicha I., Suzuki Y., Tateishi N., Maeda N.  
2004 "Effects of dietary triglycerides on rheological properties of human red blood cells". *Clin. Hemorheol Microcirc.* 30(3-4).
- Kapłon-Cieślicka A., Filipiak K.  
2009 „Kwasy tłuszczowe a ryzyko sercowo-naczyniowe” *Kardiologia po dyplomie.* 8(6).
- Cowan A.Q., Cho D.J., Rosenson R.S.  
2012 "Importance of blood rheology in the pathophysiology of atherothrombosis". *Cardiovasc Drugs Ther.* 26(4).
- Pasierski Z., Gaciong T.  
2004 „Rozwój i regresja miażdżycy”. *Angiologia*, red. T. Pasierski, Z. Gaciong, A. Torbicki, J. Schmidt. Warszawa.
- Carson J.A.S., Lichtenstein A.H., Anderson C.A.M., Appel L.J., Kris-Etherton P.M., Meyer K.A., Petersen K., Polonsky T., Van Horn L.  
2020 "Dietary Cholesterol and Cardiovascular Risk: a Science Advisory From the American Heart Association". *Circulation.* 141(3).
- Dutkowska A., Rachoń D.  
2015 „Rola kwasów tłuszczowych n-3 oraz n-6 w prewencji chorób układu sercowo-naczyniowego”. *Choroby Serca i Naczyń.* 12(3).

Stupin M., Kibel A., Stupin A., Selthofer-Relatić K., Matic A., Mihalj M., Mihaljević Z., Jukić I., Drenjančević I.

2019 "The Physiological Effect of n-3 Polyunsaturated Fatty Acids (n-3 PUFAs) Intake and Exercise on Hemorheology, Microvascular Function, and Physical Performance in Health and Cardiovascular Diseases; Is There an Interaction of Exercise and Dietary n-3 PUFA Intake?". *Front Physiol.* 10, 1129.

Kłosiewicz-Latoszek L., Cybulska B.

2011 „Cukier a ryzyko otyłości, cukrzycy i chorób sercowo-naczyniowych”. *Probl Hig Epidemiol.* 92(2).

Maćkowska-Kędziora A., Cieślewicz A., Baszko A., Jabłecka A.

2014 „Zmiany trendów światowych wytycznych żywieniowych w profilaktyce chorób układu sercowo-naczyniowego”. *Forum Zaburzeń Metabolicznych.* 5(3).

Koltai K., Feher G., Kesmarky G., Keszthelyi Z., Czopf L., Toth K.

2006 "The effect of blood glucose levels on hemorheological parameters, platelet activation and aggregation in oral blood glucose tolerance tests". *Clin Hemorheol Microcirc.* 35(4).

Babu N., Singh M.

2004 "Influence of hyperglycemia on aggregation, deformability and shape parameters of erythrocytes". *Clin. Hemorheol Microcirc.* 31(4).

Ślusarska B., Nowicki G.

2010 „Zachowania zdrowotne w profilaktyce chorób układu krążenia wśród osób pracujących”. *Problemy Higieny i Epidemiologii.* 91(1).

Jarosz M.

1978 *Psychologia lekarska.* PZWL, Warszawa.

Orzechowska A., Denys K., Gałęcki P.

2015 „Kiedy podejrzewać podłoże psychiczne w zaburzeniach układu krążenia?”. *Medycyna po Dyplomie Zeszyt Edukacyjny.*

Wong M.L., Dong C., Esposito K., Thakur S., Liu W., Elashoff R.M., Licinio J.

2008 "Elevated stress-hemoconcentration in major depression is normalized by antidepressant treatment: secondary analysis from a randomized, double-blind clinical trial and relevance to cardiovascular disease risk". *PLoS One.* 3(7).

- Kalelioglu T., Kocabiyik M., Kok B., Unalan P., Sozen S., Yuksel O., Karamustafalioglu N.  
2018 "Does Blood Flow Change according to Mood? Blood Rheology in Bipolar Disorder". *Clin Psychopharmacol Neurosci.* 16(3).
- Pakalska-Korcala A., Zdrojewski T., Piwoński J.  
2006 „Stres i niskie wsparcie społeczne jako psychospołeczne czynniki ryzyka chorób sercowo-naczyniowych”. *Kardiol Pol* 2006. 64.
- Huffman J., Celano C., Beach S., Motiwala S., Januzzi J.  
2013 "Depression and cardiac disease: epidemiology, mechanisms, and diagnosis". *Cardiovasc Psychiatry Neurol.* 2013.
- Moser D.K.  
2007 "« The rust of life »: impact of anxiety on cardiac patients". *Am J Crit Care.* 16(4).
- de Boer D., Ring C., Wood M., Ford C., Jessney N., McIntyre D., Carroll D.  
2007 "Time course and mechanisms of mental stress-induced changes and their recovery: hematocrit, colloid osmotic pressure, whole blood viscosity, coagulation times, and hemodynamic activity". *Psychophysiology.* 44(4).
- Reims H.M., Sevre K., Høieggen A., Fossum E., Eide I., Kjeldsen S.E.  
2005 "Blood viscosity: effects of mental stress and relations to autonomic nervous system function and insulin sensitivity". *Blood Press.* 14(3).
- Pehlivanoglu B., Dikmenoglu N., Balkanci D.Z.  
2007 "Effect of stress on erythrocyte deformability, influence of gender and menstrual cycle". *Clin Hemorheol Microcirc.* 37(4).
- Linden W., Stossel C., Maurice J.  
1996 "Psychological interventions for patients with coronary artery disease: a metaanalysis". *Arch Intern Med* 1996; 156.
- Rapacka E., Dyrła P., Dyrła W., Błaszczak J.  
2003 „Spożywanie alkoholu, kawy, palenie tytoniu jako czynniki ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego”. *Żywnieć Człowieka i Metabolizm.* 3(30).
- Ergun D.D., Karis D., Alkan F.A., Cakmak G., Yenigun M., Ercan M.  
2016 "Effects of cigarette smoking on hemorheologic parameters, plasma osmolality and lung function". *Clin Hemorheol Microcirc.* 63(4).



- Yuvraj V., Indumathi J., Singh M.  
2012 "Effects of cigarette smoking on morphology and aggregation of erythrocytes". *Clin Hemorheol Microcirc.* 51(3).
- Lakshmanan A., S A.L., Ganesh Kumar P., Saravanan A  
2014 "Effect of intensity of cigarette smoking on haematological and lipid parameters". *J Clin Diagn Res.* 8(7). BC11-BC13.
- Mamcarz A., Podolec P.  
2007 „Alkohol w prewencji chorób układu sercowo-naczyniowego: fakty i mity”. *Forum Medycyny Rodzinnej.* 1(3).
- Toth A., Sandor B., Papp J., Rabai M., Botor D., Horvath Z., Kenyeres P., Juricskay I., Toth K., Czopf L.  
2014 "Moderate red wine consumption improves hemorheological parameters in healthy volunteers". *Clin Hemorheol Microcirc.;* 56(1).
- Gdovinová Z.  
2004 "Blood flow velocity, erythrocyte deformability and hepatic enzymes in heavy alcohol drinkers". *Comp Clin Path.* 12.
- Ormazabal V., Nair S., Elfeky O., Aguayo C., Salomon C., Zuñiga F.A.  
2018 "Association between insulin resistance and the development of cardiovascular disease". *Cardiovasc Diabetol* 17(122).

## LIFESTYLE AND ITS IMPACT ON CARDIOVASCULAR RISK THROUGH INFLUENCING BLOOD FLOW.

**Abstract:** Lifestyle consists of attitudes and behaviours, everyday choices and habits, which being repeated, condition the life of an individual and influence its quality. Elements of a healthy lifestyle are physical activity, balanced diet, quitting smoking, cutting down on alcohol but also positive interpersonal relations and ability to deal with emotional stress. Lifestyle has a significant influence on development of several diseases, especially "diseases of civilization" which include cardiovascular diseases (CVD). One of the mechanisms connecting lifestyle and CVD is realized through modulating rheological parameters of blood, that is factors determining sufficient blood flow in the vessels and tissue perfusion. Exploration of this relationship can improve the understanding of CVD pathophysiology and implementation of adequate prophylaxis.

**Keywords:** lifestyle, cardiovascular diseases, blood viscosity, erythrocytes properties

PAULINA PISANIAK

INSTYTUT NAUK MEDYCZNYCH,  
KOLEGIUM NAUK MEDYCZNYCH, UNIwersYTET RZESZOWSKI

# CZYNNIKI KORYGUJĄCE ZABURZENIA MIKROFLORY JELITOWEJ NOWORODKA W OKRESIE OKOŁOPORODOWYM

**Streszczenie:** Mikroflora jelitowa składa się z około  $10^4$  komórek bakteryjnych, ekosystem ten jest bardzo zróżnicowany i zachodzą w nim dynamiczne zmiany. Kolonizacja przewodu pokarmowego noworodka rozpoczyna się jeszcze w życiu płodowym, ogromny wpływ na jej rozwój ma przebieg ciąży, sposób porodu oraz pokarm podawany dziecku od pierwszych chwil życia. Prawidłowy skład mikroflory jelitowej jest kluczowym czynnikiem warunkującym utrzymanie zdrowia i homeostazy organizmu, a jakakolwiek dysbioza jelitowa może mieć związek z powstaniem wielu chorób niezakaźnych. w związku z rosnącą liczbą zmedykalizowanych ciąż i porodów, mających wpływ na powstanie zaburzeń w rozwoju mikroflory jelitowej noworodka, pojawia się coraz więcej nowych procedur, których celem jest zminimalizowanie tego procesu oraz przywrócenie noworodkowi prawidłowego mikrobiomu.

**Słowa kluczowe:** cięcie cesarskie, mikroflora jelitowa, vaginal seeding, karmienie piersią, probiotyki

## WPROWADZENIE

Do najważniejszych funkcji mikrobiomu jelit zalicza się: stymulację rozwoju układu immunologicznego, modulację ekspresji genów odpowiedzialnych za wzmocnienie bariery jelitowej i angiogenezę oraz wspomaganie rozwoju i dojrzewania przewodu pokarmowego (Goulet 2015, s. 32–40). Mikroorganizmy jelitowe odpowiedzialne są również za biosyntezę niezbędnych dla organizmu noworodka witamin (tiamina, pirydoksyna, ryboflawina, witamina B12

i witamina K (Szymankiewicz 2014, s. 97-101). Systematycznie pojawiają się doniesienia, które wskazują, że sposób urodzenia dziecka jest ściśle powiązany z kolonizacją jego przewodu pokarmowego – dowodzą one, że różnice widoczne między mikroflorą dzieci urodzonych przez cesarskie cięcie i naturalnie są najbardziej widoczne od urodzenia do ukończenia 3 miesiąca życia, natomiast po 6. miesiącu życia zacierają się (Wharton, Birsner 2017, s. 274-277). Wiele badań wskazuje jednak, że właśnie wczesny okres niemowlęcy jest najważniejszym momentem ustanowienia mikroflory jelitowej – i co za tym idzie, bez względu na to, że po jakimś czasie różnice w mikrobiomie się wyrównują, to właśnie pierwotna kolonizacja przewodu pokarmowego determinuje dalszy rozwój i funkcjonowanie człowieka, a powstanie dysbiozy w tym krytycznym okresie może przekładać się na rozwój wielu chorób. Kolonizacja przewodu pokarmowego przez niekorzystne dla organizmu drobnoustroje prowadzi do uszkodzenia błony śluzowej jelita, stymuluje odpowiedź zapalną i rozwój w dalszych okresach życia chorób alergicznych i autoimmunologicznych (Jańczewska i Domżańska-Popadiuk 2014, s. 99-104). Udowodniono, że nieprawidłowa mikroflora jelitowa we wczesnych okresach życia wpływa na częstość występowania: martwiczego zapalenia jelit noworodków (NEC), celiakii, zespołu jelita nadwrażliwego, atopowego zapalenia skóry, nowotworów oraz wielu innych (Bartnicka, Gałęcka, Mazela 2016, s. 165-172). w analizie przeprowadzonej przez Sjögren i wsp. wykazano, iż zmniejszenie bioróżnorodności mikroflory jelitowej w pierwszych 2 miesiącach życia było związane z większym odsetkiem występowania alergii w pierwszych 5 latach życia dziecka. Szczególnie było to skorelowane ze zmniejszeniem liczby bakterii z rodzaju *Lactobacillus* oraz *Bifidobacterium* u dzieci, u których rozwinęła się alergia. Co interesujące, pomimo predyspozycji genetycznej ze strony obojga rodziców wczesna kolonizacja noworodków pałeczkami *Lactobacillus* działała ochronnie i redukowała wystąpienie alergii u potomstwa (Kalliomäki i in. 2008; s.534-538). Znaczenie mikroflory jelitowej rozpatrywane jest również w kontekście wielu innych schorzeń, w tym zaburzeń neurorozwojowych oraz psychiatrycznych (Olszewska i Jagusztyn-Krynicka 2012, s. 243– 256).

## CZYNNIKI MAJĄCE WPŁYW NA RÓŻNICE W MIKROFLORZE JELITOWEJ NOWORODKA

Podstawowym czynnikiem wpływającym na skład mikrobiomu jest sposób rozwiązania ciąży. Rozwój prawidłowej mikroflory zależy od ilości i rodzaju bakterii nabytych podczas porodu. Za posiadaczy najbardziej optymalnego

składu mikroflory jelitowej uważa się noworodki donoszone, urodzone fizjologicznie, karmione piersią, niepoddawane antybiotykoterapii (Bartnicka, Gałęcka, Mazela 2016, s. 165-172) – mają one bezpośredni kontakt z florą bakteryjną pochwy i układu pokarmowego matki, nie bez znaczenia jest również natychmiastowy kontakt skóra do skóry oraz karmienie mlekiem matki. Pozytywny efekt zdrowotny przypisywany jest głównie bakteriom *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, które zabezpieczają przed kolonizacją patogennymi mikroorganizmami, działają bakteriobójczo i bakteriostatycznie na wiele patogennych szczepów poprzez wytwarzanie toksyn, kwasów organicznych, obniżenie pH w przewodzie pokarmowym oraz aktywację komórek układu immunologicznego (Nakamura i in. 2009, s. 1121 – 1128) - kolonizacja tymi bakteriami jest zdecydowanie większa u dzieci, które przyszły na świat drogą naturalną niż u tych, których poród zakończył się w sposób chirurgiczny. Niemowlęta z drugiej grupy w pierwszych tygodniach życia są znacznie częściej kolonizowane przez drobnoustroje ze skóry matki, personelu i szczepami szpitalnymi tj.: *Enterococcus*, *Clostridium*, *Klebsiella*, *Streptococcus*, *Haemophilus* oraz *Veillonella* natomiast kolonizacja bakteriami z rodzaju *Bifidobacterium* jest opóźniona o ok. 180 dni w porównaniu z noworodkami urodzonymi fizjologicznie. Również wiek ciążowy nie jest bez znaczenia dla powstania prawidłowej mikroflory. u wcześniaków dominują bakterie z rodzaju *Enterobacteriaceae* oraz *Clostridium* w przeciwieństwie do noworodków donoszonych, u których dominują bakterie z rodzaju *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*. Po zbadaniu kału 52 wcześniaków pod kątem obecności *Bifidobacterium* Butel i wsp. wykazali, że kolonizacja tego mikroorganizmu zależy w znacznej mierze nie od masy ciała noworodka, sposobu porodu czy antybiotykoterapii a najbardziej od wieku ciążowego (Bartnicka, Gałęcka, Mazela 2016, s. 165-172). - może mieć to związek ze skróceniem III trymestru ciąży, podczas którego płód połyka niejałowy płyn owodniowy, co również prowadzi do kolonizacji przewodu pokarmowego bakteriami pochodzącymi od matki (Collado i in. 2016), (Ardissone i in. 2014). Kolejnym decydującym czynnikiem mającym wpływ na rozwój mikrobiomu człowieka jest sposób karmienia w pierwszych dniach życia – mikroflora noworodków karmionych mlekiem matki jest znacznie bogatsza w bakterie z rodzaju *Bifidobacterium* niż noworodków dokarmianych lub karmionych wyłącznie mieszankami sztucznymi.

## CZY SPOSÓB UKOŃCZENIA CIĄŻY MA WPŁYW NA

## KSZTAŁTOWANIE SIĘ MIKROFLORY NOWORODKA?

Sposób ukończenia ciąży ma bardzo duże znaczenie w kontekście zdrowia zarówno matki jak i dziecka. Coraz częściej jednak noworodki przychodzą na świat po interwencji chirurgicznej, co nie pozostaje bez znaczenia dla stanu ich zdrowia. Światowa Organizacja Zdrowia zaleca, aby odsetek cięć cesarskich oscylował w granicach 10 - 15% wszystkich porodów (De Almeida i in. 2010, s. F326-F33), jednak na całym świecie liczba planowych cięć cesarskich wzrasta, obecnie już ponad 25% (Mueller i in. 2015, s. 109–117) noworodków przychodzi na świat właśnie w ten sposób. w Polsce odsetek cesarskich cięć jest dramatycznie wysoki. w 2016 r. wyniósł 45,8%, co plasuje Polskę na jednym z najwyższych miejsc w Europie. Dzieci urodzone przez cesarskie cięcie są znacznie bardziej narażone na występowanie zaburzeń adaptacyjnych: zaburzenia termoregulacji, przejściowe zaburzenia oddychania, przetrwałego krążenia płodowego i zdecydowanie częściej wymagają intensywnych procedur medycznych niż ich rówieśnicy urodzeni siłami natury (Kornacka i Kufel, 2011, s. 612-617), (Czosnykowska - Łukacka, i Królak - Olejnik, 2017, s. 203-209). Zaburzenia te uniemożliwiają kontakt skóra do skóry matki z dzieckiem oraz opóźniają rozpoczęcie karmienia naturalnego, nierzadko również wydłużają czas hospitalizacji noworodka oraz konieczność wdrożenia antybiotykoterapii. Rosnąca ilość planowych cięć cesarskich zbiegła się również z rosnącą częstością występowania chorób niezakaźnych, takich jak alergie pokarmowe, astma, otyłość, cukrzyca oraz zaburzenia ze spektrum autyzmu, co skłoniło do zbadania możliwego związku przyczynowego między tymi czynnikami. Dodatkowo w zdecydowanej większości przypadków operacyjnemu zakończeniu ciąży towarzyszy podaż antybiotyków, co nie pozostaje bez znaczenia dla mikroflory jelitowej matki oraz jej nowonarodzonego dziecka.

## VAGINAL SEEDING – INNOWACJA CZY STANDARD?

W związku z doniesieniami o sprzężeniu zaburzonej mikroflory jelitowej z występowaniem wielu chorób w wieku późniejszym, pojawia się coraz więcej pomysłów na przywrócenie naturalnego mikrobiomu. Jedną z najnowszych procedur jest vaginal seeding – jest to zabieg, którego celem jest przeniesienie bakterii pochodzących z pochwy matki na nowonarodzone dziecko, które przyszło na świat przez cesarskie cięcie i tym samym było pozbawione kontaktu z naturalną mikroflorą pochodzącą z kanału rodnego matki. Procedura taka rozpoczyna się przed rozpoczęciem operacji od pobrania na jałową gazę

wydzieliny z dróg rodnych kobiety wraz z kolonizującymi ją bakteriami, następnie przechowuje się ją w jałowym pojemniku aż do czasu przyjścia na świat dziecka. Kolejnym krokiem jest przetarcie gazą twarzy oraz reszty ciała noworodka, tak by rozpoczęła się u niego kolonizacja bakteriami pochodzącymi od matki. w badaniach przeprowadzonych w 2016 r. pobrano wymazy z jamy ustnej, skóry oraz odbytu od 18 noworodków: 7 urodzonych w sposób naturalny, 11 przez cesarskie cięcie, w tym 4 były poddane zabiegowi vaginal seeding. Próbkę były zbierane zarówno od noworodków jak i ich matek 6 razy w przeciągu miesiąca od dnia porodu (1, 3, 7, 14, 21, 30 dzień). Wyniki badań pokazują, że u dzieci urodzonych przez cięcie cesarskie, ale poddanych zabiegowi vaginal seeding mikrobiom był zbliżony do mikrobiomu dzieci, które przyszły na świat drogami natury. Ponadto w pierwszym dniu po porodzie mikroflora dzieci urodzonych naturalnie i poddanych vaginal seeding była bardziej zbliżona do mikroflory pochwy matki, natomiast mikrobiom dzieci urodzonych przez cesarskie cięcie przypominał mikrobiom pochodzący ze skóry matki. Poniższa Tabela 1. przedstawia zestawienie wyników zebranych podczas badania (Dominguez-Bello i in. 2016, s. 250–253). Wyniki badań są bardzo obiecujące, jednak nie jest znane dalsze kształtowanie mikrobiomu dzieci poddanych badaniu oraz wpływ tego zabiegu na ich długoterminowe zdrowie. Ponieważ zabiegowi zostało poddanych tylko czworo dzieci, badanie to nie jest na tyle wiarygodne aby można było wyciągnąć właściwe wnioski oraz potwierdzić bezpieczeństwo procedury (Wharton i Birsner 2017, s. 274-277).

Pojawiają się również krytyczne opinie na temat opisywanej procedury – uważa się, że podczas vaginal seeding może dojść do przeniesienia z matki na dziecko wielu patogennych drobnoustrojów, które w danej chwili nie powodują u niej aktywnego zakażenia, przez co ciężarna nie ma świadomości nosicielstwa. *Chlamydia trachomatis*, *Neisseria gonorrhoeae*, wirus brodawczaka ludzkiego, wirus cytomegalii czy paciorkowce z grupy B, to tylko niektóre potencjalnie zagrażające zdrowiu i życiu noworodka drobnoustroje, którymi może zostać zakażony. Na chwilę obecną, przy aktualnym stanie wiedzy Amerykańskie Kolegium Położników i Ginekologów nie poleca procedury vaginal seeding do czasu przeprowadzenia badań na większą skalę i uzyskania bardziej szczegółowych danych w kontekście bezpieczeństwa zabiegu.

## STOSOWANIE PROBIOTYKÓW I PREBIOTYKÓW

## ORAZ ICH WPŁYW NA ZDROWIE NOWORODKA

W sytuacji, gdy poród przebiegł bez komplikacji, nie było konieczności stosowania antybiotykoterapii u matki lub dziecka oraz noworodek jest karmiony mlekiem mamy, jelita kolonizują się bakteriami probiotycznymi, których obecność jest optymalna i umożliwia prawidłowy rozwój dziecka. Natomiast mikroflora jelitowa u dzieci, które przyszły na świat w wyniku zmedykalizowanego porodu znacznie odbiega od mikroflory ich rówieśników. Jednym ze sposobów przywracania prawidłowego mikrobiomu jest podaż probiotyków. Oczywiście najlepszym ich źródłem jest mleko kobiece, jednak w sytuacji, gdy dzieci nie mogą być karmione piersią stosuje się preparaty, zawierające różne gatunki dobroczynnych mikroorganizmów i przystosowane dla noworodków. Bakterie probiotyczne znajdują się również w sztucznych mieszankach zalecanych do karmienia niemowląt. w obowiązujących aktualnie rekomendacjach Polskiego Towarzystwa Neonatologii (PTN) z 2015 roku Zachowano ostrożne podejście do rutynowego stosowania probiotyków u noworodków (Sadowska-Krawczyńska 2016, s. 295-299). Jednak eksperci Światowej Organizacji Alergii (ang. World Allergy Organization – WAO) sugerują podawanie probiotyków w kilku sytuacjach klinicznych: u kobiet w ciąży i u kobiet karmiących piersią (gdy istnieje duże ryzyko rozwoju alergii u ich dzieci) oraz u niemowląt z dużym ryzykiem rozwoju alergii. Probiotyki mogą być pomocne w zapobieganiu chorobom autoimmunologicznym, np. cukrzycy typu 1. w dużym badaniu TEDDY wykazano, że podanie probiotyków – głównie *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* – w ciągu pierwszych 27 dni życia wiązało się z mniejszym ryzykiem autoimmunizacji przeciw komórkom beta wysp trzustkowych, zwłaszcza u noworodków z grupy ryzyka wystąpienia cukrzycy typu 1 (w porównaniu do grupy dzieci, które nie otrzymały probiotyków lub otrzymały je po 27. dobie życia) (Kubik i in. 2006, s. 103-116). Oczywiście probiotyki, jak każdy wyrób medyczny mają pewne obostrzenia co do ich stosowania, są to m.in. sepsa, NEC oraz stany po operacjach chirurgicznych w obrębie przewodu pokarmowego. Zupełnie inaczej wygląda sprawa z substancjami prebiotycznymi, występują powszechnie żywności, ale są też wytwarzane na skalę przemysłową. Prebiotyki mają korzystny wpływ na zdrowie człowieka m.in.: dodawanie prebiotycznych sacharydów do pożywienia noworodków nie karmionych mlekiem matki przyspiesza u nich zasiedlenie bifidobakterii w przewodzie pokarmowym (Kubik i in. 2006, s. 103-116). Do probiotyków zaliczane są również fruktany, powszechnie nazywane fruktooligosacharydami (FOS). Stymulują one namnażanie się bakterii, mających

pozytywny wpływ na organizm człowieka. Hamują zaś rozwój patogennej mikroflory, w tym kancerogenów (czynników, które mają wpływ na rozwój choroby nowotworowej), poprawiają również trawienie, ułatwiają przyswajalność wielu pierwiastków oraz zmniejszają ilość toksyn w organizmie. Prebiotyki są również łatwe do stosowania, ponieważ znajdują się powszechnie w takich produktach spożywczych jak jogurty, owoce czy warzywa.

## KARMIEŃIE PIERSIĄ - NIEUSTANNIE DOCENIANE OD PREHISTORII

W czasach przed okresem neolityczny, przed udomowieniem zwierząt hodowlanych mleko matki było jedyną możliwością karmienia dzieci - jednak wraz z rozwojem cywilizacji zaczęły się pojawiać próby karmienia sztucznego. Mimo dużego udogodnienia i ratunku dla dzieci, które były pozbawione mleka matki, nie przestano doceniać pokarmu naturalnego. w starożytnym Egipcie i Mezopotamii pojawiła się nowa forma zatrudnienia – mamka. Kobieta taka była zatrudniona do karmienia piersią sierot. w dzisiejszych czasach poznano już większość dobroczynnych właściwości mleka matki. Jest to jeden ze sposobów mający najbezpieczniejszy i najkorzystniejszy wpływ na rozwój prawidłowej mikroflory jelitowej noworodka. Celem, do którego należy dążyć w żywieniu niemowląt, jest wyłączenie karmienia piersią przez pierwszych 6 miesięcy życia. Pokarm kobiecy wytwarzany w wystarczających ilościach przez zdrową, dobrze odżywioną matkę w pełni zaspokaja zapotrzebowanie niemowlęcia na wszystkie niezbędne składniki odżywcze, zapewniając mu jednocześnie prawidłowy rozwój w pierwszym półroczu życia (Zalecenia Polskiego Towarzystwa Gastroenterologii, Hepatologii i Żywienia Dzieci. 2014, s. 321-338). Zalety z karmienia piersią są ogromne dla obydwu stron tego procesu. u kobiety która karmi piersią wydziela się oksytocyna przez co skraca się czas połogu, ponadto zmniejsza się również ryzyko zachorowania na raka sutka i jajnika (Nehring-Gugulska, Żukowska-Rubik, Pietkiewicz, 2017). Powszechnie wiadomo, że dla dziecka mleko matki jest najlepszym pokarmem – jest to tzw. złoty standard w żywieniu noworodków i niemowląt. Mleko matki zawiera szereg naturalnych oligosacharydów, które stymulują wzrost prozdrowotnych bakterii w jelicie dziecka oraz ponad 300 różnych gatunków bakterii i ich materiału genetycznego m.in. Staphylococcus, Streptococcus, Veillonella, Leptotrichia, Prevotella, Lactobacillus, Enterococcus, Staphylococcus, Bifidobacterium – znajdują się ona zarówno w sianie, jak i w mleku przejściowym i dojrzałym. Wykazano, że bakterie z rodzaju



*Enterococcus faecalis* i bakterie kwasu mlekowego (*Lactobacillus* sp.) wykazują działanie przeciwdrobnoustrojowe, skierowane przeciw *Staphylococcus aureus* (Kalliomäki i in. 2008; s.534-538). Badania epidemiologiczne w Stanach Zjednoczonych donoszą, że 64-82% infekcji skórny wywołanych przez metycylooporne *Staphylococcus aureus* dotyczyły noworodków urodzonych przez cesarskie cięcie (Stinson, Payne, Keelan J, 2018, s. 135). Tak duża różnorodność bakterii obecnych w mleku matki przyczynia się do jego przeciwinfekcyjnych i immunomodulujących właściwości. Spożywanie przez dziecko tak wielu naturalnych prebiotyków i probiotyków umożliwia prawidłowe trawienie oraz korzystnie wpływa na rozwój jego układu immunologicznego. Niezwykle istotnym elementem opieki nad noworodkami jest podawanie im siary (mleko początkowe), która ze względu na swój skład i właściwości, wywiera zasadniczy wpływ na prawidłową kolonizację przewodu pokarmowego noworodka (Szymankiewicz 2014, s. 97-101). w porównaniu z mlekiem dojrzałym zawiera więcej białka i witaminy A, mniej zaś tłuszczu i laktozy. Dzięki temu przyspiesza wydalanie smółki i zapobiega żółtaczce noworodków. Zawiera bakterie z rodzaju *Bifidobacterium* i *Lactobacillus* oraz znaczną ilość oligosacharydów, które promują wzrost tych bakterii, wysoki poziom przeciwciał (wydzielniczą immunoglobulinę klasy a – IgA), cytokin i czynników przeciwzapalnych. Opóźnione wydzielanie siary u matki po cięciu cesarskim oraz odraczanie karmienia naturalnego wpływa niekorzystnie na rozwój mikroflory noworodka (Jańczewska i Domżańska-Popadiuk, 2014, s. 99-104). Karmienie piersią jest naturalnym i bezpiecznym sposobem na przywrócenie prawidłowej kolonizacji śluzówek noworodka po cesarskim cięciu lub antybiotykoterapii oraz szansą na prawidłowy rozwój, nawet najlepsze mieszanki dedykowane noworodkom nie zastąpią pokarmu pochodzącego od matki. Liczne badania sugerują, że można przywrócić prawidłowy skład bakterii zasiedlających organizm dziecka, nawet jeżeli ono albo kobieta ciężarna poddani byli antybiotykoterapii okołoporodowej poprzez karmienie noworodka wyłącznie pokarmem naturalnym pochodzącym od matki.

## PODSUMOWANIE

Człowiek już od poczęcia narażony jest na wpływ leków i suplementów oraz wielu innych czynników, które w dwojaki sposób mogą wpływać na jego mikroflorę jelitową. W związku z rozwojem nauki i badań mikrobiologicznych doceniono dobroczynny wpływ mikroorganizmów zasiedlających organizm ludzki i poczyniono próby wyjaśnienia kiedy dokładnie rozpoczyna się

symbioza między człowiekiem i probiotycznymi bakteriami. Dowiedziono, że istnieje korelacja między nieprawidłowym składem mikroflory jelitowej człowieka a występowaniem wielu chorób alergicznych, autoimmunologicznych i innych. Pojawiło się zatem wiele pomysłów mających na celu przywrócenie prawidłowej mikrobioty m.in. vaginal seeding, jednak ze względu na wciąż stosunkowo małą ilość badań w tej dziedzinie nie ma jednoznacznych rekomendacji co do stosowania tych metod. Można zatem wyciągnąć wnioski, że najlepsze dla organizmu ludzkiego jest wszystko to, co jak najbardziej zbliżone do natury i to od najwcześniejszych chwil życia.

## BIBLIOGRAFIA

Goulet O.

2014 *Potential role of the intestinal microbiota in programming health and disease.*, Nutrition Reviews ; 73.

Szymankiewicz M.

2014 *Mikrobiota jelitowa a żywienie noworodków urodzonych drogą cięcia cesarskiego.* Standardy Medyczne/Pediatrics; 11

Wharton K., Birsner M.

2017 *Vaginal Seeding.* The American College of Obstetricians and Gynecologists, 725.

Jańczewska I., Domżańska-Popadiuk I.

2014 *Znaczenie kolonizacji bakteryjnej przewodu pokarmowego noworodków donoszonych urodzonych drogą cięcia cesarskiego.* Annales Academiae Medicae Gedanensis; 44.

Bartnicka A., Gałęcka M., Mazela J.

2016 *Wpływ czynników prenatalnych i postnatalnych na mikrobiotę jelitową noworodków.* Standardy Medyczne/Pediatrics, 13.

Kalliomäki M., Collado MC., Salminen S., Isolauri E.

2008 *Early differences in fecal microbiota composition in children may predict overweight.* The American journal of clinical nutrition, 87.

Olszewska J., Jagusztyn-Krynicka EK.

2012 *Human microbiome project – mikroflora jelit oraz jej wpływ na fizjologię i zdrowie człowieka.* Postępy Mikrobiologii; 51(4).

Nakamura N., Gaskins HR., Collier CT., Nava GM., Rai D., Petschow B et al.

- 2009 *Molecular ecological analysis of fecal bacterial populations from term infants fed formula supplemented with selected blends of prebiotics.* Appl Environ Microbiol; 75(4).
- Collado MC., Rautava S., Aakko J., Isolauri E., Salminen S.  
2016 *Human gut colonisation may be initiated in utero by distinct microbial communities in the placenta and amniotic fluid.* Scientific Reports; 6.
- Ardissone AN., de la Cruz DM., Davis-Richardson AG., Rechcigl KT., Li N., Drew JC.  
2014 *Meconium microbiome analysis identifies bacteria correlated with premature birth.* PloS One; 9(3).
- De Almeida M., Guinsburg R., de Costa J., Anchieta LM., Freire LM., Campos D Jr.  
2010 *Non-urgent caesarean delivery increases the need for ventilation at birth in term newborn infants.* Arch Dis Fetal Neonatal Ed ; 95.
- Mueller NT., Bakacs E., Combellick J., Grigoryan Z., Dominguez-Bello MG.  
2015 *The infant microbiome development: mom matters.* Trends in Molecular Medicine; 21.
- Kornacka M., Kufel K.  
2011 *Cięcie cesarskie a stan noworodka.* Ginekologia Polska; 82.
- Czosnykowska - Łukacka M., Królak - Olejnik B.  
2017 *Kolonizacja przewodu pokarmowego noworodków urodzonych drogą cięcia cesarskiego.* Forum Zakazań; 8(3).
- Dominguez-Bello MG., De Jesus-Laboy., Shen N., Cox LM., Amir A, Gonzalez a et al.  
2016 *Partial restoration of the microbiota of cesarean-born infants via vaginal microbial transfer.* Nature medicine;22.
- Wharton K., Birsner M., Vaginal Seeging.  
2017 *The American College of Obstetricians and Gynecologists;* 725.
- Sadowska-Krawczenko I.  
2016 *Zastosowanie probiotyków w neonatologii.* Forum Zakazań; 7(4).
- Kubik C., Piasecka K., Anyszka A., Bielecki S.  
2006 *Polifruktany i fruktooligosacharydy (FOS) – występowanie, otrzymywanie i zastosowanie.* Biotechnologia; 2(73).
- Polskie Towarzystwo Gastroenterologii, Hepatologii i Żywienia Dzieci.

- 2014 Standardy Medyczne/Pediatrics; 11.
- Nehring-Gugulska M., Żukowska-Rubik M., Pietkiewicz A.
- 2017 *Karmienie piersią w teorii i praktyce*, wyd. 2.
- Stinson L., Payne M., Keelan J.
- 2018 *A Critical Review of the Bacterial Baptism Hypothesis and the impact of Cesarean Delivery on the infant Microbiome*.  
Frontiers in medicine; 5.

## CORRECTIVE FACTORS OF INTESTINAL MICROFLORA DISORDERS IN THE PERINATAL PERIOD

**Abstract:** Intestinal microflora consists of approximately  $10^4$  bacterial cells, such an ecosystem is very diverse with dynamic changes taking place within it. Colonization of the gastrointestinal tract of a newborn begins in the fetal life which has a huge impact on its development in the course of a pregnancy, the mode of delivery and food given to the child from the first moments of life. The correct composition of the intestinal microflora is the key determinant of maintaining the body's health and homeostasis, whereas any intestinal dysbiosis may be associated with the development of many non-infectious diseases. Due to the increasingly excessive medicalisation during pregnancies and child births affecting the development of the intestinal microflora, increasingly new procedures are being introduced aiming at minimizing this process and restoring the normal microbiome to the newborn.

**Key words:** caesarean section, gut microflora, vaginal seeding, breastfeeding, probiotics



## ENDOMETRIOZA W BLIŹNIE PO CIĘCIU CESARSKIM

**STRESZCZENIE:** Celem artykułu jest omówienie etiopatogenezy, metod diagnostyki i leczenia endometriozy w bliźnie po cięciu cesarskim. Autorzy przedstawili także aktualne doniesienia na temat korelacji pomiędzy cięciem cesarskim a endometriozą w bliźnie i porównali je z badaniami przeprowadzonymi w latach wcześniejszych. Endometrioza w bliźnie po cięciu cesarskim (CSE) jest rzadkim schorzeniem występującym z częstością 0,03-0,45% (Alnafisah i in. 2018). Należy do endometriozy ściany brzucha (AWE), która jest najrzadszą odmianą endometriozy. Ze względu na nieswoisty obraz kliniczny oraz długi okres między operacją a wystąpieniem objawów rozpoznanie tej choroby jest najprawdopodobniej niedoszacowane. Ponadto zwiększający się z roku na rok odsetek cięć cesarskich pozwala przypuszczać, że w przyszłości częstość tej patologii także wzrośnie. Zatem wybrany temat jest wart przybliżenia ze względu na złożoną patogenezę, nieswoiste objawy kliniczne i stosunkowo rzadkie rozpoznanie.

**Słowa kluczowe:** endometrioza, cięcie cesarskie, blizna, ginekologia

### WPROWADZENIE

Endometrioza jest przewlekłą chorobą zapalną zależną od hormonów płciowych, która charakteryzuje się rozrostem komórek i zrębu endometrium poza jamą macicy. Związana jest z przewlekłym bólem miednicy mniejszej i niepłodnością. Występuje zwykle między 30. a 40. rokiem życia. Dotyka nawet co szóstą kobietę w okresie dojrzałości płciowej.

Ektopowa błona śluzowa wykazuje zarówno anatomiczne, jak i czynnościowe podobieństwo do prawidłowo umiejscowionego endometrium, podlega też regulacji hormonalnej. Ektopowe endometrium może lokalizować

się zarówno w miednicy, jak i poza miedniczo. Najczęstszymi lokalizacjami tkanki endometrialnej w miednicy są jajniki, jajowody, więzadła macicy oraz otrzewna. Miejsca lokalizacji poza miedniczną obejmują przewód pokarmowy, układ moczowy i układ oddechowy. Ektopową tkankę endometrium można znaleźć nawet w mózgu. Najrzadszą postacią jest endometrioza ściany brzucha (ang. Abdominal-Wall Endometriosis, AWE), która obejmuje endometriozę blizny po cięciu cesarskim (ang. Cesarean Section Endometriosis, CSE). CSE jest najczęściej zgłaszanym typem AWE. Endometrioza blizny pooperacyjnej cięcia cesarskiego występuje z częstością 0,03-0,45% (Alnafisah i in. 2018). Ektopowe komórki endometrium mogą implantować się w skórze, tkance podskórnej, mięśniowej, czy powięzi brzucha. Zaawansowana CSE może doprowadzić do destrukcji całej grubości powłok brzucha, a nawet naciekać na kości spojenia łonowego.

W dalszej części artykułu zostaną przedstawione aktualne teorie dotyczące etiopatogenezy, metody diagnostyki i leczenia endometriozy w bliznie po cięciu cesarskim. Na podstawie dostępnych badań naukowych przeanalizowano także związek między cięciem cesarskim i innymi zabiegami ginekologicznymi a endometriozą w bliznie.

## OBRAZ KLINICZNY

Charakterystycznymi objawami CSE są

- przewlekły, cykliczny ból brzucha w miejscu blizny,
- wyczuwalny palpacyjnie guzek na poziomie blizny lub w jej pobliżu,
- obrzęk i zgrubienie okolicy blizny.

Z powyższych najczęstszą dolegliwością jest miejscowy ból w bliznie lub miejscu nacięcia ściany brzucha. Nasilenie bólu różni się w zależności od fazy cyklu miesięczkowego. Dodatkowo, przewlekły ból niezwiązany z cyklem menstruacyjnym może dotyczyć nie tylko ściany brzucha, ale także okolic miednicy i lędźwi. Guz może być wyczuwalny palpacyjnie na ścianie brzucha w bliznie pooperacyjnej. Jego objętość może się zmieniać w zależności od cyklu miesięczkowego. CSE może naciekać struktury mięśniowe: mięsień prosty brzucha, mięsień skośny zewnętrzny oraz poprzeczny brzucha. Rozległość zmiany koreluje z nasileniem bólu.

Czas od operacji do wystąpienia pierwszych objawów endometriozy jest zróżnicowany i waha się od 3 miesięcy do 20 lat, średnio wynosi 30 miesięcy (Yıldırım i in. 2018). Trafne rozpoznanie kliniczne ustala się w 20–50%

przypadków, a przy zastosowaniu dodatkowych metod obrazowania częstość ta wzrasta do 70%.

## PATOGENEZA

Endometrioza ściany brzucha (AWE) ma związek z różnymi operacjami położniczymi i ginekologicznymi, takimi jak:

- histerektomia;
- hysterotomia;
- zabiegi laparoskopowe;
- cięcie cesarskie
- oraz operacjami brzucha, na przykład appendektomią. Jednak to cięcie cesarskie pozostaje najczęstszym wykonywanym zabiegiem u kobiet na całym świecie.

Pomimo że endometrioza ściany brzucha jest przez niektórych określana jako „jatrogenny” podtyp endometriozy, wyjaśnienie, dlaczego u niektórych kobiet rozwija się ten stan po cięciu cesarskim, pozostaje niejasne. Do możliwych czynników patogenetycznych należą:

- implantacja śródoperacyjna;
- metaplazja komórek powłok brzucha;
- migracja komórek z endometrium w połączeniu z bezpośrednim wysiewem.

Migracja komórek wiąże się z tak zwanym “miesiączkowaniem wstecznym”, podczas którego część złuszczonej komórki endometrium przechodzi przez jajowody do jamy brzusznej i tam się zagnieżdża. Podobny patomechanizm dotyczy implantacji śródoperacyjnej. Podczas operacji część komórek endometrium jest przenoszona do tkanek powłok brzucha i zostaje zaszyta w ranie. Komórki endometrium w sprzyjających warunkach mogą wzrastać. Pod wpływem odpowiedniego bodźca hormonalnego komórki te proliferują (teoria transportu komórkowego) lub indukują metaplazję otaczającej tkanki, co prowadzi do endometriozy bliznowatej (teoria metaplazji komórkowej). Z kolei teoria indukcji zakłada, że pewne komórki we krwi bądź limfy mają zdolność do przekształcania się w komórki endometrium i wraz z krwią migrują do tkanek blizny w ścianie brzucha (Burney i Giudice 2012).

Do czynników lokalnych umożliwiających wzrost komórek endometrium i zrębu należą przewlekły stan zapalny oraz ekspozycja na estrogeny.



Ponadto do implantacji ectopowej tkanki usposabia tolerancja immunologiczna w okresie ciąży. Tolerancja ta polega na supresji cytotoksycznej, w której bierze udział białko RCAS1. Takiej tolerancji nie ma poza ciążą, dlatego endometrioza w bliźnie częściej występuje po cięciu cesarskim w porównaniu z histerektomią u nieciężarnej (Kalandyk-Osinko i in. 2011).

W endometriozie obserwuje się również zmiany genetyczne i epigenetyczne w komórkach endometrium. Badania asocjacyjne całego genomu zidentyfikowały 12 polimorfizmów pojedynczych nukleotydów w 10 niezależnych loci genetycznych, które są związane z endometriozą. Dwa chromosomalne obszary o istotnym sprzężeniu zaobserwowano na 10q26 i 7p13-15 (przemieszczające się geny, takie jak CYP2C19, INHBA, SFRP4 i HOXA10). Zidentyfikowane zmiany epigenetyczne obejmują metylację i demetylację DNA oraz modyfikacje kodu histonowego. Teoria genetyczna może wyjaśniać heterogeniczność tej choroby (Borghese i in. 2016). W zmianach pooperacyjnych wykazano wysoką ekspresję PPAR- $\gamma$ , jądrowego receptora pełniącego rolę przeciwzapalną i neuroprotekcijną. Sugerowano, że PPAR- $\gamma$  może być patogennym mechanizmem towarzyszącego bólu. W badaniu skoncentrowanym na „jatrogennej” endometriozie, wykazano, że jedna na cztery kobiety z tym schorzeniem miała somatyczną mutację raka, która może obejmować dwa szlaki transdukcji sygnału, MAPK/RAS lub PI3K-Akt-mTor (V Lac i in. 2019).

Komórki endometrium pozamaciczne wymagają metaloproteinaz do lokalnej przebudowy i interakcji. Enzymy te są aktywowane przez czynniki lokalne, takie jak TGF $\beta$ , a komórki endometrium zrębu AWE wykazują nieprawidłową odpowiedź na TGF $\beta$ 1. Może temu zapobiegać progesteron, który nie pozwala tkance endometrium zaimplantować się do macierzy miejscowej. Jednak w AWE występuje oporność na działanie progesteronu (Itoh H, Mogami H, Bou Nemer L. i in. 2018).

W zmianach pooperacyjnych guzków endometrialnych wykazano wysoką ekspresję receptora estrogenowego (ER). Ogniska endometrialne mają receptory estrogenowe i progesteronowe, które pośredniczą w ich odpowiedzi podczas cyklu menstruacyjnego. Defekty metylacji genów kodujących czynniki transkrypcyjne (GATA6, czynnik steroidogeny-1) i ER $\beta$  powodują zwiększoną produkcję estrogenów, z wtórnym hamowaniem receptora progesteronowego. Następnie zmniejsza się wychwyty retinolu i dalszy metabolizm, powodując defekty w tkance endometriozy, z wysokim poziomem stanu zapalnego i anomaliami wytwarzania prostaglandyn. Ponadto aktywacja ER $\beta$  w komórkach zrębu jest powiązana z miejscowym zapaleniem, ponieważ ER indukuje lokalną produkcję CCL2 poprzez szlak NF-kB, który wyzwała

lokalne makrofagi (Bulun i in. 2015). Zręb wykazuje tendencję do niskiej ekspresji ER $\alpha$  i progesteronu oraz wysokiej ekspresji ER $\beta$  w zrębie, ale stosunek ER $\beta$ :ER $\alpha$  zmienia się w zależności od miejsca zmiany endometrialnej (Colón-Caraballo 2019).

## DIAGNOSTYKA I LECZENIE

W przypadku podejrzenia CSE najbardziej przydatnymi narzędziami oceny są ultrasonografia (USG), tomografia komputerowa (CT) i rezonans magnetyczny (MRI) jamy brzusznej, w tym ściany jamy brzusznej. Rezonans magnetyczny ma większe zastosowanie w przypadkach z niewielkimi zmianami, natomiast CT daje lepsze wyniki w przypadkach zajęcia mięśni i warstwy podskórnej. Najlepszą metodą przesiewową jest ultrasonografia. Zmiany CSE mają wzór izoechogeniczny lub hiperechogeniczny, z unaczynieniem obwodowym w badaniu ultrasonograficznym, a w CT są jednorodne i dobrze unaczynione (Jaramillo-Cardoso i in. 2020). MRI jest najczęściej stosowaną metodą oceny endometriozy miednicy mniejszej. Stosuje się go również do przedoperacyjnej oceny zaawansowania choroby. Wartość diagnostyczna biopsji cienkoigłowej jest niska. Biopsję wykonuje się tylko w przypadku podejrzenia nowotworu złośliwego. Zazwyczaj diagnozę stawia się po zabiegu chirurgicznym, na podstawie badania histopatologicznego wyciętej zmiany. Rozpoznanie histologiczne endometriozy umożliwia wykrycie komórek gruczołowych nabłonka, komórek zrębu oraz makrofagów z hemosyderyną.

W CSE podczas operacji komórki endometrium są wszczepiane do mięśnia prostego brzucha i do skóry właściwej. W odniesieniu do mięśnia prostego brzucha opisano trzy pozycje CSE: powierzchowną (nad powięzią mięśniową), pośrednią (na poziomie powięzi mięśnia prostego) i głęboką (pod powięzią). Diagnostyka różnicowa CSE obejmuje m.in. przepuklinę, tłuszczaka, krwika, ziarniniaka, mięsaka, torbiel naskórkową i guza desmoidalnego. W celu wykluczenia innych przyczyn guza ściany jamy brzusznej zalecana jest konsultacja z zakresu chirurgii ogólnej (Jaramillo-Cardoso i in. 2020).

AWE wymaga podejścia multidyscyplinarnego. Tradycyjnie endometriozę leczy się terapią hormonalną. Dodatkowo w leczeniu bólu wykorzystuje się leki przeciwbólowe. W przypadkach AWE i CSE złotym standardem jest wycięcie chirurgiczne zmiany z co najmniej 1 cm granicą marginesu, aby zapobiec nawrotowi endometriozy.

## TRANSFORMACJA NOWOTWOROWA

Endometrioza w dowolnym miejscu wiąże się z ryzykiem transformacji nowotworowej wynoszącym 1%. Przy czym 80% przypadków nowotworów endometrioidalnych jest związanych z endometriozą zlokalizowaną w jajniku, a 20% tych przypadków dotyczy lokalizacji poza miednicą (w tym ściany brzucha). Przypisuje się im mutacje genetyczne, takie jak utrata heterozygotyczności lub mutacje PTEN, ARID1A lub p53 (Krawczyk i in. 2016). Miejscowa produkcja reaktywnych form tlenu i przedłużona ekspozycja na estrogeny mogą zwiększać ryzyko transformacji nowotworowej. Zezłóśliwienie endometriozy w bliźnie jest bardzo rzadkim zjawiskiem, dotychczas opisano w literaturze 50 takich transformacji. W obrazie klinicznym przypadki te opisano jako lite guzy w ogniskach endometriozy, naciekające mięśnie proste brzucha i dające przerzuty do węzłów chłonnych pachwinowych i biodrowych (Łoboda i in. 2019). Średni okres czasu od operacji do rozpoznania raka wynosi 19 lat. Leczenie nowotworowej transformacji endometriozy blizny pooperacyjnej obejmuje rozległą operację oraz uzupełniającą chemioterapię i/lub radioterapię.

## KORELACJA MIĘDZY CIĘCIEM CESARSKIM A ENDOMETRIOZĄ W BLIŹNIE

### **Materiały i metody**

Opracowano wyniki badania retrospektywnego, w którym ocenie poddano 198 pacjentek o średniej wieku 32 lat (wiek pomiędzy 28 a 36 lat) w latach 2005-2017 oraz 29 pacjentek w latach 2012-2016 o średniej wieku 31 lat (wiek pomiędzy 21 a 40 lat) (Zhang i in. 2019).

Dla porównania zmiany częstotliwości występowania dolegliwości na przestrzeni lat opisano również 72 pacjentki z endometriozą bliznowatą w latach 1978-2003. Oceniono wiek pacjentek, miejsce endometriozy, wcześniejsze operacje, odstęp czasowy między ostatnim zabiegiem chirurgicznym a wystąpieniem objawów, charakterystykę guzka i nawroty. Wiek badanych kobiet wahał się pomiędzy 16 a 48 lat. Lokalizacja różniła się w zależności od poprzedniej operacji: 46 cięcia cesarskie, jedna histerektomia, jedna operacja brzucha, 19 nacięć krocza, jedna była nawrotem i dwiema operacjami dna miednicy oraz dwie kobiety bez wcześniejszej operacji (Nominato i in. 2010). Dokonano przeglądu bazy danych PubMed.

## Wyniki

Wyniki badania retrospektywnego przeprowadzonego w latach 2005-2017 przedstawiają się następująco.

Główną dolegliwością pacjentek z endometriozą bliźny po cięciu cesarskim był wyczuwalny palpacyjnie guz w obrębie jamy brzusznej (98.5%), któremu towarzyszył cykliczny ból brzucha (86.9%). Okres utajenia CSE wynosił  $31,6 \pm 23,9$  miesięcy, a czas pomiędzy wystąpieniem objawów a procedurą cesarskiego cięcia wynosił  $28,3 \pm 25,0$  miesięcy. Większość pacjentek (80,8%, n=160) przeszła cięcie cesarskie z nacięciem techniką Pfannenstiela, czyli lekko zakrzywionego cięcia przebiegającego 2–3 cm nad spojeniem łonowym. Pozostała część kobiet (19,2%, n=38) przeszła pionowe nacięcie w linii środkowej. Okres utajenia w przypadku nacięcia metodą Pfannenstiela był znacznie krótszy niż w przypadku pionowego nacięcia linii środkowej (24,0 a 33,0 miesięcy,  $P = 0,006$ ). Łącznie 187 (94,4%) pacjentek miało pojedynczy guzek endometrialny, pozostałe 11 pacjentek (5,6%) miało mnogie guzki i każda z nich przeszła cięcie Pfannenstiela. Zmiany były obecne w miejscach narożnych po obu nacięciach: u 142 na 171 pacjentek (83,0%) w bliźnach po nacięciu techniką Pfannenstiela i u 32 na 38 pacjentek (84,2%) w bliźnach po nacięciu pionowym (Zhang i in. 2019).

Wyniki tego badania wskazują, że cięcie Pfannenstiela niesie większe ryzyko CSE niż pionowe cięcie w linii środkowej. Przyczyna tej relacji prawdopodobnie wynika z tego, że nacięcie techniką Pfannenstiela obejmuje szerszy zakres resekcji i więcej szczelin, utrudniając irygację tkanek i powodując znacznie większe zanieczyszczenie komórkami endometrium. Ponadto nacięcie tę metodą umożliwia większą podaż składników odżywczych. Ze względu na podłużny układ naczyń brzusznych i duże rozwarstwienie, podczas cięcia Pfannenstiela odcina się więcej naczyń włosowatych niż w przypadku cięcia pionowego, co powoduje większą utratę krwi. Komórki endometrium wymagają odpowiedniego dopływu krwi do przeżycia w miejscach ektopowych, a angiogeneza odgrywa ważną rolę w patogenezie endometriozy. Dlatego większa utrata krwi w nacięciu techniką Pfannenstiela zapewnia stosunkowo bogate środowisko odżywcze do implantacji i wzrostu resztkowych komórek endometrium, co sprzyja występowaniu CSE. Zgodnie z tym wyjaśnieniem, wszystkie pacjentki w tym badaniu z mnogimi ogniskami endometriozy miały cięcie właśnie tę metodą.

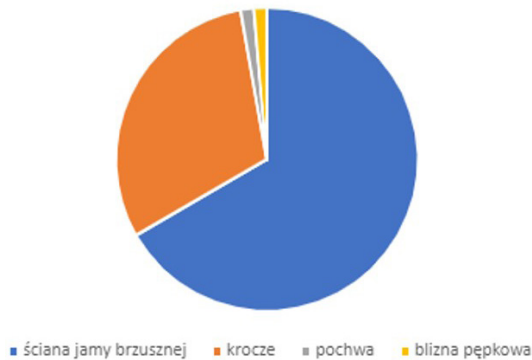
Ponadto po analizie wyników badań z lat 2012-2016 można zaobserwować, że u 21 pacjentek (87,5%) obecna była bolesna masa w miejscu poprzedniej

operacji, a 3 (12,5%) tylko w miejscu poprzedniej operacji. Ból miał charakter cykliczny u 19 badanych kobiet (79,2%), a niecykliczny u 6 (20,8%). Średni czas trwania objawów wyniósł 19,8 miesięcy. Liczba poprzednich cięć cesarskich u badanych była następująca: jedno cięcie u 9 pacjentek (37,5%), dwa cięcia u 12 pacjentek (50%) i trzy u 3 (12,5%). CSE zaobserwowano po lewej stronie nacięć u 13 pacjentek (54,2%), natomiast po prawej stronie nacięć u 11 badanych kobiet (45,8%). Lity, niejednorodny guzek wykryto u 22 pacjentek (91,6%), przepuklinę w cięciu u jednej (4,2%), guz zawierający sporadycznie litą powierzchnię sugerującą ropień również u jednej (4,2%). 3 pacjentki (12,5%) operowano z powodu przepukliny po nacięciu, natomiast 21 kobiet (87,5%) operowano z powodu wstępnego rozpoznania guza przedniej ściany jamy brzusznej (Zhang i in.2019).

Dla porównania w badaniu retrospektywnym z lat 1978-2003 oszacowano częstość występowania endometriozy bliznowatej w długim okresie czasu oraz porównano wpływ różnych zabiegów chirurgicznych na jej częstość. W badaniu tym przeanalizowano 72 przypadki.

Miejsce endometriozy bliznowatej różniło się w zależności od wykonanego zabiegu chirurgicznego. Spośród 72 kobiet 48 (66,7%) miało zmiany w ścianie jamy brzusznej, 22 (30,6%) miało zmiany w kroczu, u jednej pacjentki w tylnej ścianie pochwy (1,4%) i u jednej (1,4%) w bliźnie pępowinowej (rys. 1). Wiek pacjentek wahał się od 16 do 48 lat, ze średnią 30,8 lat.

**Rys. 1.** Miejsce endometriozy



Źródło: opracowanie własne

Najczęstszym przebytym zabiegiem było cięcie cesarskie (63,9%), następnie nacięcie krocza (26,4%), operacja dna miednicy (4,2%), nacięcie krocza i histerektomia (1,4%). 2 pacjentki (2,8%) rozwinęły endometriozę bliznowatą bez wcześniejszych operacji (Nominato i in. 2010) (rys.2).

Rys. 2. Poprzednia operacja



Źródło: opracowanie własne

W badanym ośrodku w latach 1978-2003 wykonano 18 000 cięć cesarskich i zdiagnozowano 46 przypadków endometriozy w bliźnie po cięciu cesarskim. W związku z przeprowadzonym badaniem można wyznaczyć częstość występowania endometriozy bliznowatej po cięciu cesarskim wynoszącą w przybliżeniu 0,2%. Z kolei 19 przypadków endometriozy po nacięciu krocza przypada na 35 000 porodów drogą pochwową, co daje częstość 0,06%. Wynika z tego, że ryzyko endometriozy po cięciu cesarskim jest 3,3 razy wyższe w porównaniu do porodu fizjologicznego z nacięciem krocza.

## PODSUMOWANIE

Endometrioza w bliźnie po cięciu cesarskim stanowi multidyscyplinarny, nie do końca poznany temat. Patomechanizm powstawania choroby jest złożony. Wśród możliwych przyczyn wymienia się implantację śródoperacyjną, metaplastję komórek powłok brzucha oraz migrację komórek z endometrium. Jednak najbardziej wiarygodna wydaje się teoria jatrogennej implantacji. Do rozwoju CSE predysponują przewlekły stan zapalny, ekspozycja na estrogeny, tolerancja immunologiczna oraz zmiany genetyczne. Obraz kliniczny obejmuje od guzka do miejscowego bólu w okolicy brzucha lub blizny po cięciu cesarskim. Techniki diagnostyczne takie jak ultrasonografia i rezonans magnetyczny są pomocne, lecz ostateczną diagnozę stawia się na podstawie pooperacyjnego badania histopatologicznego. Zasadniczym leczeniem jest operacyjne wycięcie ogniska endometriozy z blizny.

CSE jest rzadkim schorzeniem jednak ze względu na stale wzrastający odsetek wykonywanych cięć cesarskich przewiduje się wzrost częstości tego schorzenia. Porównując częstość występowania endometriozy po cięciu cesarskim i innych zabiegach ginekologicznych można wnioskować, że cięcie cesarskie istotnie zwiększa ryzyko rozwoju endometriozy bliznowatej. Ponadto istnieje związek między techniką wykonania cięcia cesarskiego a ryzykiem rozwoju endometriozy. Wykonane techniką Pfannenstiela niesie większe ryzyko endometriozy blizny po cięciu cesarskim oraz ma krótszy okres utajenia niż pionowe cięcie w linii środkowej.

## BIBLIOGRAFIA

- Czyżyk A., Agnieszka Podfigurna A., Szeliga A., Męczekalski B.  
2017 Update on endometriosis pathogenesis, *Minerva Ginecologica*
- Jaramillo-Cardoso A., Balcacer P., Garcés-Descovich A., Beker K., Roth E., Jonathan Glickman, Koenraad J Mortele  
2020 Multimodality imaging and clinicopathologic assessment of abdominal wall endometriosis: knocking down the enigma, *Abdominal Radiology*
- Borghese B., Zondervan K.T., Abrao M.S., Chapron C., Vaiman D.  
2016 Recent insights on the genetics and epigenetics of endometriosis, *Clinical Genetics*
- D'Agostino C., Surico D., Monga G., Palicelli A.  
2019 Pregnancy-related decidualization of subcutaneous endometriosis occurring in a post-caesarean section scar: Case study and review of the literature, *Pathology - Research and Practice*
- Colón-Caraballo M., García M., Mendoza A., Flores I.  
2019 Human Endometriosis Tissue Microarray Reveals Site-specific Expression of Estrogen Receptors, Progesterone Receptor, and Ki67, *Applied Immunohistochemistry Molecular Morphology*
- Yıldırım D., Tatar C., Doğan O., Hut A., Dönmez T., Akıncı M., Toptaş M. and Bayık R. N.  
2018 Post-caesarean scar endometriosis, *Turkish Journal of Obstetrics and Gynecology*

- Alnafisah F., Dawa S. K., Alalfy S.  
 2018 Skin Endometriosis at the Caesarean Section Scar: A Case Report and Review of the Literature, Cureus
- Itoh H., Mogami H., Bou Nemer L. i in.  
 2018 Endometrial stromal cell attachment and matrix homeostasis in abdominal wall endometriomas, Human Reproduction
- Łoboda M., Ludwin A., Pietrus M., Pityński K., Ludwin I.  
 2019 Ryzyko transformacji nowotworowej ogniska endometriozy w bliźnie po cięciu cesarskim: opis przypadku i przegląd literatury, Current Gynecologic Oncology
- Kalandyk-Osinko K., Pas K., Skręt-Magierło J., Kaznowska E., Skręt A.  
 2011 Endometrioza o potrójnej lokalizacji: w przegrodzie odbytniczo-pochwowej, w bliźnie po cięciu cesarskim oraz w jajniku – opis przypadku, Przegląd menopauzalny 5/2011
- Carsote M., Terzea D.C., Valea A., Gheorghisan-Galateanu A-A.  
 2020 Abdominal wall endometriosis (a narrative review), International journal of medical science
- Nominato N.S., Spyer Prates L.F.V., Lauer I., Morais J., Maia L.  
 2010 Caesarean section greatly increases risk of scar endometriosis, European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology
- Krawczyk N., Banys-Paluchowski M., Schmidt D., Ulrich U., Fehm T.  
 2016 Endometriosis-associated Malignancy, Geburtshilfe und Frauenheilkunde
- Zhang P., Sun Y., Zhang C., Yang Y., Zhang L., Wang N., Xu H.  
 2019 Cesarean scar endometriosis: presentation of 198 cases and literature review, BMC Womens Health
- Burney R.O., Giudice L.C.  
 2013 Pathogenesis and Pathophysiology of Endometriosis, Fertility and sterility
- Shalin S.C., Haws A.L., Carter D.G., Zarrin-Khameh N.  
 2012 Clear cell adenocarcinoma arising from endometriosis in abdominal wall cesarean section scar: a case report and review of the literature, Journal of cutaneous pathology



- Bulun S.E., Monsivais D., Kakinuma T., Furukawa Y., Bernardi L., Pavone M.E., Dyson M.  
2015 Molecular biology of endometriosis: from aromatase to genomic abnormalities, *Seminars in reproductive medicine*
- Lac V., Verhoef L., Aguirre-Hernandez R., Nazeran T.M., Tessier-Cloutier B. i in.  
2019 Iatrogenic endometriosis harbors somatic cancer-driver mutations, *Human Reproduction*
- Wang W.Y., Wei B., Cao Y.X., Xie X., Li C.Q., Xu Y.J.  
2016 Abdominal wall endometriosis occurring after cesarean section: an underestimated complication, *Clinical and experimental obstetrics&gynecology*
- Gou Y., Li X., Li P., Zhang H., Xu T., Wang H., Wang B., Ma X., Jiang X., Zhang Z.  
2019 Estrogen receptor  $\beta$  upregulates CCL2 via NF- $\kappa$ B signaling in endometriotic stromal cells and recruits macrophages to promote the pathogenesis of endometriosis, *Human Reproduction*

## CESAREAN SECTION SCAR ENDOMETRIOSIS

**Abstract:** The aim of the article is to discuss the etiopathogenesis, methods of diagnosis and treatment of endometriosis in the caesarean section scar. The authors also presented current reports on the correlation between caesarean section and scar endometriosis and compared them with studies conducted in previous years. Caesarean section scar (CSE) endometriosis is a rare condition with an incidence of 0.03-0.45%. It belongs to the abdominal wall endometriosis (AWE), which is the rarest type of endometriosis. Due to the non-specific clinical picture and the long period between the operation and the onset of symptoms, the prevalence of this disease is most likely underestimated. Moreover, the rate of caesarean sections, which is increasing from year to year, suggests that the frequency of this pathology will also increase in the future. Thus, the topic chosen is worth exploring due to its complex pathogenesis, nonspecific clinical symptoms and relatively low prevalence.

**Keywords:** endometriosis, cesarean section, scar, gynecology

## POTENCJAŁ BIOGAZOWNI W POLSCE

**Streszczenie:** Wydarzenia mające miejsce w 2021 r. zmusiły sektor energetyczny do podjęcia drastycznych decyzji i bardzo szybkiego rozwoju. Niezależność energetyczna dla praktycznie każdego Państwa Unii Europejskiej jeszcze nigdy nie grała tak ważnej roli jak dzisiaj. Działania mające na celu uniknięcie katastrofy energetycznej wiążą się z jak najszybszym wprowadzeniem substytutu gazu ziemnego. Celem artykułu jest przedstawienie możliwości jakie oferuje technologia fermentacji beztlenowej, którą przeprowadza się w biogazowniach. Otrzymywany w procesie biogaz może być wykorzystywany na wiele sposobów, które zostały opisane w poniższym artykule. Możliwości płynące z zastąpienia konwencjonalnych paliw, jako źródeł energii elektrycznej, odnawialnym źródłem energii, które również przyczynia się do rozwiązywania problemu zagospodarowania odpadów oraz umożliwia recykling organiczny i energetyczny są bardzo obiecujące. Następujące w prawie zmiany oraz działania podejmowane w temacie rozwoju Polskich biogazowni między innymi poprzez Polski Koncern Naftowy Orlen obrazują powagę tematu oraz przedstawiają faktyczne działania.

**Słowa kluczowe:** biogaz, biogazownie, odnawialne źródła energii, biometan

### WPROWADZENIE

Potencjał energii elektrycznej z biogazu do niedawna wydawał się jeszcze nie tak wysoki jak obecnie. Domniemanie wyższych kosztów produkcji porównując do innych źródeł energii odnawialnej powodował mniejsze zainteresowanie inwestowaniem w to źródło jej produkcji. Szybko rozwijające się i coraz bardziej popularne siłownie wiatrowe i panele fotowoltaiczne ze względu na cykliczność produkcji i niestabilność energetyczną często bilansowane były elektrowniami gazowymi, ponieważ energia produkowana z gazu ziemnego jeszcze do niedawna uważana była za teoretycznie tańszą od tej produkowanej

w biogazowniach. Zwiększone zapotrzebowanie na gaz wiązało się z uzależnieniem Unii Europejskiej od importu surowców energetycznych z Rosji. w wyniku nagłych braków dostaw mających miejsce w 2021 wzrosły ceny gazu, a więc i również ceny energii elektrycznej. Kryzys energetyczny, który zapanował w Unii spowodował, że część krajów nie zgodziła się na wprowadzenie embarga na dostawy gazu ziemnego z Rosji. Dopiero sytuacje takie jak ta, pokazują jak istotna jest niezależność energetyczna. Cena energii nie jest stała i trzeba analizować ją na wielu płaszczyznach biorąc chociażby pod uwagę miejsce i możliwości pozyskiwania surowców do jej produkcji. Coraz częściej rozważanym substytutem gazu ziemnego staje się biogaz, pozyskiwany w procesie fermentacji metanowej biomasy, czy też np. w wyniku fermentacji odpadów na składowiskach, bądź beztlenowej fermentacji osadów ściekowych czy biomasy rolniczej (Kwaśny, Banach, Kowalski 2012). Wykorzystywany może być w celach produkcji energii elektrycznej, energii cieplnej, a po odpowiednim oczyszczeniu może być wprowadzany do sieci gazu ziemnego lub stosowany w transporcie. Możliwość lokalnej produkcji biogazu z wykorzystaniem krajowych instalacji i technologii, alternatywa dla zagospodarowania szerokiego spektrum problematycznych odpadów i przede wszystkim odnawialne źródło energii to aspekty, które przemawiają za inwestowaniem w to źródło energii.

## BIOGAZOWNIA

Biogazownie są jednym z najbardziej stabilnych i sterowalnych źródeł energii odnawialnej. Produkcja energii elektrycznej oraz cieplnej zachodzi niezależnie od warunków atmosferycznych, a magazynowanie biogazu pozwala na bilansowanie jej zapotrzebowania. Za pomocą procesu beztlenowej fermentacji metanowej, z wykorzystaniem biomasy, produkowany jest biogaz. Może on być spalany w silnikach kogeneracyjnych dzięki czemu otrzymuje się energię elektryczną oraz ciepło lub oczyszczany z dwutlenku węgla, siarkowodoru oraz amoniaku i wtłaczany do sieci gazowniczej. Kolejną z możliwości jest zastosowanie go jako paliwa napędowego, co również wymaga jego wcześniejszego oczyszczenia (Kozłowski 2021). Istnieją również możliwości odzysku ciepła ze spalania biogazu czy studzenia kogeneratora i wykorzystania np. do podgrzewania posadzek suszarni słonecznych (Sobczyk 2010).

## SUBSTRATY

### Właściwości , wymagania i dobór

Biogaz rolniczy otrzymuje się wedle Ustawy z 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015 poz. 478)

w procesie fermentacji metanowej surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych, odpadów lub pozostałości z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego lub biomasy leśnej, lub biomasy roślinnej zebranej z terenów innych niż zaewidencjonowane jako rolne lub leśne, z wyłączeniem biogazu pozyskanego z surowców pochodzących ze składowisk odpadów, a także oczyszczalni ścieków, w tym zakładowych oczyszczalni ścieków z przetwórstwa rolno-spożywczego, w których nie jest prowadzony rozdział ścieków przemysłowych od pozostałych rodzajów osadów i ścieków;

Dobierając substraty do wykorzystania w biogazowni należy kierować się ich dostępnością, wydajnością biogazową oraz metanową i ceną. Ich kluczowe właściwości to m.in. *stan skupienia, skład chemiczny, zawartość wody oraz obecność zanieczyszczeń* (Czekala 2017). Surowce, które można wykorzystać do produkcji biogazu podzielić można na monosubstraty i kosubstraty. Monosubstraty to te substancje, które posiadają zdolność do samoczynnej fermentacji, kosubstraty natomiast dodawane są w celu zwiększenia wydajności procesu oraz zbilansowania obciążenia ładunku substancją organiczną (Kowalczyk-Juśko 2013). Korzystając z jednego substratu do czynienia mamy z monofermentacją, a posługując się większą ilością substancji organicznych kofermentacją lub współfermentacją. Decydując się na łączenie substancji organicznych jednym z najważniejszych aspektów jest umiejętny ich dobór pod względem obciążenia ładunkiem suchej masy organicznej, stosunku węgla do azotu jako zawartości składników pokarmowych czy uzyskania odpowiedniego stopnia uwodnienia (Zieliński, Grała, Dębowski, Dudek 2013). Chcąc obliczyć możliwości ilości wytwarzanej energii z danego substratu należy wziąć pod uwagę zawartość suchej masy, suchej masy organicznej oraz wydajność produkcji metanu, a następnie pomniejszyć ją o aspekty technologiczne, przy uwzględnieniu sprawności agregatu oraz zużycia ciepła i energii na cele technologiczne (Curkowski, Oniszk-Popławka 2013).

## Odpady i produkty uboczne jako substraty

Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r. (Dz.U. 2013 poz.21) nakłada na każdego wytwórcę odpadów obowiązek właściwego ich zagospodarowania. Brak możliwości dowolnego, jak do niedawna, postępowania z odpadami powoduje, że gospodarowanie nimi staje się dla wielu wytwórców poważnym problemem. Przepisy ustawy wprowadziły także bezwzględny obowiązek ich ewidencjonowania i prowadzenia sprawozdawczości pod groźbą kary aresztu czy kar finansowych, mogących sięgać nawet wartości miliona złotych. Jedną z możliwości postępowania z wytworzonymi odpadami, która należy do najbardziej popularnych, jest przekazywanie ich innym podmiotom, a tym samym przenoszenie odpowiedzialności za gospodarowanie nimi. Oczywiście jest to zazwyczaj usługa odpłatna. Biorąc pod uwagę sytuację, w której to jedna strona ma obowiązek zagospodarowania odpadów, a druga (biogazownia) z powodzeniem wykorzysta je do przetworzenia na biogaz, nasuwają się wnioski o obopólnej korzyści.

Oprócz zalet ekonomicznych jest to również działanie na korzyść środowiska, związane z bezpiecznym, technologicznie uzasadnionym sposobem gospodarowania odpadem i jak najbardziej właściwym pod względem prawnym. Hierarchia sposobów postępowania z odpadami sugeruje, iż pierwszym i najlepszym krokiem gospodarując odpadami jest *zapobieganie powstawania odpadów*” i kolejno *„przygotowanie do ponownego użycia, recykling, inne procesy odzysku, unieszkodliwianie* (Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach Dz.U. 2013 poz. 21). Wykorzystując więc odpady unikamy konieczności ich unieszkodliwiania, które znajduje się na samym końcu hierarchii postępowania z odpadami. Na podstawie tej samej ustawy stwierdzić można, że dokonuje się w ten sposób recyklingu organicznego, który definiowany jest jako *polegający na obróbce tlenowej, w tym kompostowaniu, lub obróbce beztlenowej odpadów, które ulegają rozkładowi biologicznemu w kontrolowanych warunkach przy wykorzystaniu mikroorganizmów, w wyniku której powstaje materia organiczna lub metan*. Co więcej, oprócz recyklingu organicznego występować może również recykling energetyczny, który polega na odzysku części energii użytej na wytworzenie produktów i wyrobów.

Drugą z możliwości jest wykorzystywanie w biogazowniach produktów ubocznych, które wedle Ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach są to *Przedmiot lub substancję powstające w wyniku procesu produkcyjnego, którego podstawowym celem nie jest ich produkcja* przy spełnieniu odpowiednich warunków również zawartych w ustawie. Należy do nich między innymi warunek,

że dalsze wykorzystanie przedmiotu lub substancji jest pewne. Oznacza to wymierne korzyści dla przedsiębiorców, którzy wchodząc w długoterminową współpracę polegającą na systematycznym przekazywaniu produktów ubocznych pozbywają się technicznych i technologicznych problemów gospodarowania odpadami łącznie z wszelkimi procedurami administracyjnymi i obowiązkami wynikającymi z BDO.

Wykorzystywanie odpadów oraz produktów ubocznych nie zmienia statusu biogazowni rolniczej na odpadową. Niesie ze sobą korzyści ekonomiczne, środowiskowe i wspomaga problem zagospodarowania odpadów. Zalety te przemawiają więc na korzyść substratów pochodzenia innego niż z upraw docelowych. (Czekąła 2017).

### **Substraty wykorzystywane w polskich biogazowniach**

Pierwsze biogazownie rolnicze w Polsce wzorowały się na technologiach wykorzystywanych w Niemczech. Na tej podstawie wybierano najczęściej substraty takie jak gnojowica, kiszonka z kukurydzy, wywary czy serwatka (Kowalczyk-Juśko 2020). Do 2015 roku na trzech pierwszych miejscach w wykazie surowców do biogazu rolniczego plasowały się te wspomniane powyżej. Z czasem, biorąc pod uwagę opisane już zalety, zaczęto stopniowo zastępować je produktami ubocznymi z przemysłu rolno-spożywczego. w 2012 r. zaczęto wykorzystywać np. przeterminowaną żywność, w 2013 r. wyłoki poekstrakcyjne z produkcji farmaceutyków ziołowych, a w 2015 r. odpady gastronomiczne. z roku na rok ilość wykorzystywanych surowców rosła, a od 2016 roku do czołowej trójki dołączyły pozostałości z przetwarzania owoców i warzyw, okazując się bardziej popularnym substratem niż kiszonka z kukurydzy, która od tamtego roku figurowała już na miejscu czwartym (wykaz surowców zużytych do produkcji biogazu rolniczego, dane dotyczące działalności wytwórców biogazu rolniczego w latach 2011 – 2021, Biuletyn Informacji Publicznej Krajowego Ośrodka Wsparcia Rolnictwa).

## **WYKORZYSTANIE PRODUKTÓW BIOGAZOWNI**

### **Wykorzystanie biogazu na cele ciepłne oraz energetyczne**

Biogaz powstaje w procesie fermentacji beztlenowej. w przypadku wykorzystywania odpadów organicznych, substancje organiczne rozkładane są na związki proste. Jest to mieszanina metanu, dwutlenku węgla oraz w śladowych

ilościach innych gazów takich jak siarkowodór, azot, tlen czy wodór. Biogaz wykorzystywany może być do produkcji energii elektrycznej, energii cieplnej, a po odpowiednim oczyszczeniu może być wprowadzany do sieci gazu ziemnego lub stosowany w transporcie. W surowym biogazie znajduje się wiele związków, które obniżają wartość energetyczną, oraz skracają żywotność instalacji konwertujących gaz. Konieczne jest więc w wielu przypadkach uzdatnienie go przed docelowym wykorzystaniem. Procesy, które wykorzystywane są w celu oczyszczenia biogazu to odsiarczanie, suszenie oraz opcjonalnie redukcja dwutlenku węgla, jeżeli produktem docelowym ma być czysty metan (Kowalczyk-Juśko 2013).

Jak wiadomo jednym z głównych minusów większości odnawialnych źródeł energii jest problem z magazynowaniem nadmiaru wytwarzanej energii. W przypadku paneli słonecznych czy kolektorów ich funkcjonowanie uzależnione jest od słońca. Elektrownie wiatrowe wymagają natomiast odpowiedniej wietrzności, umożliwiającej uruchomienie turbin. w momencie kiedy warunki atmosferyczne sprzyjają produkcji energii, jest ona wytwarzana z maksymalną mocą, a wówczas pojawia się problem z jej magazynowaniem i zagospodarowaniem. Systemy fotowoltaiczne i elektrownie wiatrowe wymagają zatem bilansowania innym źródłem energii, które może być sterowalne i nie jest uzależnione od warunków atmosferycznych. Odpowiedzią na ten problem wydaje się być produkcja biometanu, w przypadku którego możliwe jest magazynowanie energii. Gromadzony w zbiornikach może być wykorzystywany podczas braków produkcji w przypadku pozostałych OZE (Pituła 2020).

### **Wykorzystanie biometanu na cele transportowe**

W dyrektywie parlamentu europejskiego i rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (potocznie nazywana dyrektywą RED II) ustanowione są ramy regulacyjne dotyczące celów wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych

każde państwo członkowskie wprowadza obowiązek, by dostawcy paliw do 2030 r. zapewnili co najmniej 14-procentowy udział energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii w sektorze transportu (zwany dalej „udziałem minimalnym”).

Co więcej, wyodrębniono również, że

W ramach udziału minimalnego, o którym mowa w akapicie pierwszym, wkład zaawansowanych biopaliw i biogazu wyprodukowanych z surowców wymienionych w załączniku IX część a jako udział w końcowym zużyciu energii w sektorze transportu ma wynieść co najmniej 0,2 % w 2022 r., co najmniej 1 % w 2025 r. oraz co najmniej 3,5 % w 2030 r.

We wspomnianym załączniku uwzględnione są m.in. surowce takie jak *Frakcja biomasy zmieszanych odpadów komunalnych, Bioodpady (...) z gospodarstw domowych podlegające selektywnej zbiórce, Frakcja biomasy odpadów przemysłowych czy Obornik i osad ściekowy.*

Jednym z działań, które zostały przedsięwzięte w tym temacie jest nałożenie obowiązku na gminy i powiaty, których liczba mieszkańców nie przekracza 50 tys., aby udział autobusów zeroemisyjnych lub napędzanych biometanem wynosił co najmniej 30% (Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych Dz.U. 2018 poz. 317).

Przykładem do naśladowania jest stolica Szwecji, która już w 2011 roku planowała zasilanie 50% floty autobusów miejskich wykorzystując odnawialne źródła energii, a do roku 2025 roku postawiła jako cel 100% (Hallgren 2011). Co ciekawe udało się go osiągnąć o wiele wcześniej. Aktualnie udział „paliw odnawialnych” dla całej floty autobusowej w Sztokholmie wynosi 97%, ale spowodowane jest to faktem, iż część pojazdów wykorzystuje etanol oraz RME, które mimo klasyfikacji jako odnawialne źródła energii zawierają niewielki komponent paliw kopalnych (Förnybart, SL-bussar). Jak widać po powyższym przykładzie Polskie wymagania zawarte w Ustawie o elektromobilności i paliwach alternatywnych nie są wcale, aż tak bardzo restrykcyjne.

Biogaz może być surowcem do produkcji biowodoru, który wykorzystając można w procesie hydrotrefinacji ropy naftowej bądź bezpośrednio do zasilania pojazdów. BioLng czyli skroplony biometan może być stosowany do zasilania pojazdów, które posiadają instalację zasilaną gazem ziemnym. Jest to bardzo duży plus w porównaniu z pojazdami zasilanymi energią elektryczną ze względu na brak konieczności zakupu nowych pojazdów i pozbywania się istniejących, co przyczyniłoby się do produkcji nowych odpadów. Wykorzystywanie biogazu w ten sposób ułatwia też logistycznie lokalizację biogazowni. Dzięki wykorzystaniu sieci przesyłowych znika problem z lokalizacją biogazowni, która może być położona nawet w znacznych odległościach od miejsca wykorzystywania jej produktów. Co więcej podczas skraplania biometanu,



wyodrębniany jest również dwutlenek węgla, co zmniejsza ślad węglowy biogazowni oraz daje możliwość sprzedaży wychwyconego dwutlenku węgla jako osobnego produktu. Zasilane w ten sposób pojazdy nie emitują również dwutlenku węgla do atmosfery, co przyczynia się do realizacji Narodowego Celu Redukcyjnego (Wojciechowski 2021).

Kroki w stronę wykorzystania potencjału biogazowni w sektorze transportu są podejmowane i zauważyć je można np. w działaniach Polskiego Koncernu Naftowego. Grupa Orlen zakłada, iż w *perspektywie najbliższej dekady Koncern stanie się jednym z wiodących producentów biopaliw w regionie, w tym zaawansowanych biopaliw drugiej generacji, z mocami produkcyjnymi na poziomie 2 mln ton rocznie* (Strategia Grupy Orlen do 2030 roku, 2020). Aktywnie w temacie zatłaczania biometanu do sieci gazowej działa również firma PGNiG, która w listopadzie 2021 r. podpisała Porozumienie o współpracy na rzecz rozwoju sektora biogazu i biometanu (GK PGNiG działa na rzecz rozwoju polskiego biometanu 2021) w styczniu 2022 r. zapowiedziano również współpracę PGNiG i Orlenu w obszarze biometanu, która zainwestuje w rozwój sieci nowoczesnych biometanowni. (31.01.2022 PGNiG i ORLEN Południe wzmocniają współpracę w obszarze biometanu).

## **Biowodór**

Jednym z kluczowych paliw w zachodzącej transformacji energetycznej jest wodór. W wyniku spalania go z czystym tlenem emitowana jest tylko woda, natomiast podczas spalania z tlenem wydzielana jest woda oraz gazy składowe powietrza. Możliwość wykorzystania wodoru przy pomocy ogniwa paliwowego bez potrzeby spalania tym bardziej zachęca do zainteresowania tym źródłem energii. W 2021 r. przyjęta została Polska strategia wodorowa, której jednym z celów jest „wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie”. Wodór wykorzystany być może w gałęziach transportu, w których elektryfikacja jest nieoptymalna lub niemożliwa. Szczególny potencjał przypisuje się między innymi w przypadku kolei, gdzie pociągi zasilane wodorem mogłyby jeździć na niezelektryfikowanych liniach kolejowych. Dobrym rozwiązaniem wydaje się być również zastosowanie technologii opartych na wodorze w przypadku transportu morskiego (Polska strategia wodorowa do roku 2030 z perspektywą do roku 2040, 2021).

Wedle danych Parlamentu Europejskiego z 2022 r. rocznie uwalnianie jest od 70 do 100 mln ton dwutlenku węgla w krajach Unii Europejskiej. Dlatego tak ważne jest korzystanie z alternatyw wytwarzania wodoru

z wykorzystaniem paliw konwencjonalnych. Należą do nich metody takie jak elektroliza zasilana energią elektryczną pochodzącą ze źródeł odnawialnych, elektroliza zasilana energią jądrową oraz najistotniejsza w temacie biogazowni możliwość wykorzystania reformingu parowego biogazu. w przypadku tego rozwiązania emisja dwutlenku węgla utrzymuje się na poziomie poniżej 1 kg CO<sub>2</sub> eq/kg H<sub>2</sub> oraz możliwe jest uzyskanie bardzo wysokiej czystości wodoru, co jest bardzo istotne dla jego późniejszego wykorzystania w celach energetycznych (Braga, Silveira, Marcio, da Silva, Tuna, Machin, Pedroso 2013).

### **Poferment**

W rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów poferment widnieje jako odpad z kodem 19 06 04 pod nazwą „Przefermentowanych odpadów z beztlenowego rozkładu odpadów komunalnych”. Po spełnieniu wymagań jakościowych znajdujących się w Ustawie z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2007 Nr 147 poz. 1033) oraz przeprowadzeniu procedury dopuszczenia do obrotu i spełnieniu warunków z Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1009 z dnia 5 czerwca 2019 r. ustanawiające przepisy dotyczące udostępniania na rynku produktów nawozowych UE, zmieniające rozporządzenia (WE) nr 1069/2009 i (WE) nr 1107/2009 oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 2003/2003, odpad może zostać przekwalifikowany na nawóz organiczny lub środek poprawiający właściwości gleby. Istnieje również, jak wcześniej wspomniano, możliwość uzyskania przez osad pofermentacyjny statusu produktu ubocznego stosując się do wymienionej wcześniej Ustawy o odpadach. Pulpa pofermentacyjna posiada doskonałe właściwości nawozowe, składa się głównie z materii organicznej, związków mineralnych oraz biomasy bakterii metanowych. W zależności od używanych substratów poferment różnił się będzie swoją wartością nawozową, nie mniej jednak jest źródłem cennej materii organicznej, poprawiającej strukturę i urodzajność gleb. Stosowany być może do nawożenia i ulepszania gruntów rolnych (Matyka, Skowron 2020).

### **PODSUMOWANIE**

W dobie kryzysu energetycznego wytwarzanie energii elektrycznej z biogazu jest jedną z metod dywersyfikacji jej pozyskiwania. Możliwość produkcji biogazu z wykorzystaniem odpadów oraz produktów ubocznych potwierdza,

że biogazownie mogą stanowić istotną rolę wśród odnawialnych źródeł energii. Energia elektryczna z biogazu stanowi pewniejsze i bardziej przewidywalne źródło energii niż w przypadku wytwarzania jej z siłowni wiatrowych czy paneli fotowoltaicznych. Dodatkową korzyścią z funkcjonowania biogazowni jest sposobność korzystnego dla środowiska zagospodarowania odpadów i poddania ich recyklingowi organicznemu i energetycznemu. Zależność ta stwarza dla biogazowni szansę utworzenia rynku tanich substratów, a jednocześnie środki finansowe za odbiór odpadów wpływają na produkcję tańszej energii elektrycznej. Biogaz to nie tylko energia elektryczna ale również powstająca przy jej wytwarzaniu energia cieplna oraz surowiec do produkcji biowodoru, znajdującego zastosowanie w technologiach przemysłowych, i przy napędzaniu środków szeroko rozumianego transportu. Wydaje się, że rozwój rynku biogazowni zyskał szansę której nie można zaprzepaścić. Oprócz tak ważnej roli biogazowni w dywersyfikacji rynku energii odnawialnej, nie mniej ważne jest zagospodarowanie odpadów a przy okazji wytwarzanie środków nawozowych stanowiących cenną materię organiczną i zwrócenie jej do obiegu w przyrodzie.

## BIBLIOGRAFIA

- Kwaśny J., Banach M., Kowalski Z.  
2012 *Przegląd techniczny produkcji biogazu różnego pochodzenia*, Czasopismo techniczne, 2-Ch.
- Sobczyk R.  
2010 *Zastosowanie układów hybrydowych wykorzystujących odnawialne źródła energii do suszenia osadów*, Forum Eksploatatora, nr 1.
- Czekała W.  
2017 *Biogazownie rolnicze – substraty wykorzystywane do produkcji energii*, Czysta Energia, listopad -grudzień.
- Kowalczyk-Juśko A.  
2013 *Biogazownie Szansą dla rolnictwa i środowiska*, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa.
- Zieliński M., Grała A., Dębowski M., Dudek M.  
2013 *Metoda respirometrycznej oceny podatności substratów roślinnych na rozkład w warunkach mezofilowej fermentacji metanowej*, Inżynieria Ekologiczna, nr 33.

- Curkowski A., Oniszcz-Popławka A.  
 2010 *Surowce do produkcji biogazu – uproszczona metoda obliczenia wydajności biogazowni rolniczej*, Czysta Energia, nr 1.
- Kowalczyk-Juśko A.  
 2020 *Substraty do produkcji biogazu*, Raport Biogaz w Polsce 2020 r.
- Pituła M.  
 2020 *Biometan – stan obecny i perspektywy rozwoju 2020*, Raport Biogaz w Polsce 2020 r.
- Hallgren L.  
 2022 *The introduction of biogasbuses in Stockholm*, BalticBiogas Bus –Seminar St. Petersburg, Russia, October.
- Wojciechowski L.  
 2011 *Polityka energetyczna Polski do roku 2040*, Rynek Biogazu, Marzec.
- Matyka M., Skowron P.  
 2020 *Poferment – możliwości wykorzystania i zastosowanie*, Raport Biogaz w Polsce 2020 r.

### **Strony internetowe**

*Förnybart i alla SL-bussar*, <https://sl.se/sl/om-sl/vart-miljo-och-klimatarbete/var-for-sager-ni-97-/> [data dostępu 25.06.2022]

### **Akty prawne**

- Ustawa z 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015 poz. 478)
- Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r. (Dz.U. 2013 poz. 21)
- Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych Dz.U. 2018 poz. 317
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1009 z dnia 5 czerwca 2019 r. ustanawiające przepisy dotyczące udostępniania na rynku produktów nawozowych UE, zmieniające rozporządzenia (WE) nr 1069/2009 i (WE) nr 1107/2009 oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 2003/2003

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych

Polska strategia wodorowa do roku 2030 z perspektywą do roku 2040, Warszawa październik 2021 r., Załącznik do uchwały nr 149 Rady Ministrów z dnia 2 listopada 2021 r. (poz. 1138)).

Wykaz surowców zużytych do produkcji biogazu rolniczego w 2011 r., 2012 r., 2013 r., 2014 r., 2015 r., Dane dotyczące działalności wytwórców biogazu rolniczego w latach 2011 – 2021, Biuletyn Informacji Publicznej Krajowego Ośrodka Wsparcia Rolnictwa.

## BIOGAS POTENTIAL IN POLAND

**Abstract:** The events of 2021 forced the energy sector to make drastic decisions and rapid growth. Never before has energy independence played such an important role for almost every country in the European Union as it does today. Measures to avoid an energy catastrophe require the introduction of a replacement for natural gas as soon as possible. The aim of the article is to present the possibilities of anaerobic digestion in biogas plants. The biogas produced by the process can be used in a number of ways, which are explained in more detail in the following article. There are promising opportunities to replace conventional fuels as a source of electricity with a renewable energy source, which also helps to solve the problem of waste management and enables organic and energy recycling. The following legislative changes and the measures taken in the field of the development of Polish biogas, among others, by the Polish oil company Orlen, illustrate the importance of the subject and represent the actual measures taken.

**Keywords:** biogas, biogas plants, renewable energy sources,

KRYSTYNA KACPROWSKA

SZKOŁA GŁÓWNA HANDLOWA W WARSZAWIE

GABRIEL STACHYRA

SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W WARSZAWIE

RAFAŁ STACHYRA

UNIwersytet Warszawski

## KSZTAŁTOWANIE LITOSFERY W RAMACH PROWADZONEJ PRZEZ PAŃSTWO POLITYKI ŚRODOWISKOWEJ NA PRZESTRZENI DZIEJÓW

**Streszczenie:** Celem artykułu jest zbadanie roli człowieka w kształtowaniu sfery kuli ziemskiej. Ze względu na szerokość zagadnienia omówiono w sposób ogólny najważniejsze przekształcenia. Skupiono się również na zmienności działań ludzkich w czasie oraz przestrzeni. Litosfera to najbardziej zewnętrzna powłoka kuli ziemskiej obejmująca skorupę ziemską oraz warstwę perydotytową znajdującą się pod nią. Grubość litosfery waha się od 60 km na obszarach zajętych przez oceany, do 100-120 km na obszarach zajętych przez bloki kontynentalne. Przekształcenia i zagrożenia antropogeniczne dotyczą głównie przypowierzchniowych części litosfery, koncentrując się w pedosferze, czyli powierzchniowej warstwie litosfery objętej wpływem czynników biotycznych i abiotycznych, sięgając do głębokości kilkuset metrów, a maksymalnie do kilku kilometrów w kopalniach głębinowych metali szlachetnych lub w odwiertach gazu ziemnego czy też ropy naftowej. Człowiek jest jednym z elementów środowiska przyrodniczego. Ze względu na nieporównywalny wpływ człowieka na środowisko przyrodnicze w porównaniu z innymi istotami żywymi jego działalność uległa wydzieleniu. Oficjalna archeologia wskazuje, że nasz gatunek powstał 190 tysięcy lat temu. Początkowo rodzaj ludzki powodował nieznaczne zmiany w środowisku, które ulegały naturalnej regeneracji. Zmiany nastąpiły około 7000 r. p.n.e. w wyniku rewolucji rolniczej. Od tego czasu człowiek intensywnie przekształca środowisko przyrodnicze. Największe zmiany nastąpiły przez okres ostatnich 2 wieków. Działalność ludzka doprowadziła do licznych zmian w atmosferze, biosferze, hydrosferze, litosferze oraz pedosferze. Przekształcenia mają zazwyczaj negatywny charakter. Niektórzy naukowcy nazywają tereny, które zostały zmienione antroposferą.

**Słowa kluczowe:** litosfera, polityka środowiskowa, działalność człowieka, zagrożenia antropogeniczne

## WPROWADZENIE

Pierwsze istotne zmiany zostały dokonane około 10 tysiąclecia p.n.e. w wyniku rewolucji agrarnej człowiek zmienił swój tryb życia z koczowniczego, który charakteryzował się zbieracko-łowieckim trybem zdobywania pożywienia na osiadły. Okres ten uważa się za początek zmiany w krajobrazie, który uległ przemianie z pierwotnego na naturalny. Wraz z powstaniem pierwszych osad miejskich możemy mówić o znacznych, niekiedy nieodwracalnych przekształceniach. Najstarszym i najdłużej zamieszkałym miastem jest Jerycho, którego początki datujemy na dziewiąte tysiąclecie przed Chrystusem. Możemy tutaj mówić o trwałym przekształceniu przyrody, która już nigdy nie była taka jak dawniej. Stworzony został krajobraz kulturowy, w którym człowiek kontrolował przyrodę.

## PREHISTORIA

Ważnym czynnikiem, który wpłynął na zmianę stosunku człowieka do przyrody było powstanie cywilizacji. Istnieje wiele definicji cywilizacji. Można stwierdzić, że jest to: „Stan rozwoju społeczeństwa w jednostce czasu uwarunkowany stopniem opanowania środowiska naturalnego. Na cywilizacje składają się instytucje społeczne, zaawansowane formy komunikacji, zorganizowane życie miejskie, rozwinięty handel oraz umiejętność wznoszenia budowli”. Dojście ludziom do tej formy zajęło wiele tysięcy lat. Zdaniem naukowców pierwsze cywilizacje zaczęły powstawać w IV tysiącleciu przed naszą erą. W. Daszkiewicz zwraca uwagę, że cywilizacja europejska jest tworem, który kształtował się w określonym miejscu i czasie, ale z perspektywy współczesności wydaje się być tworem „mglistym” i trudnym do jednoznacznego scharakteryzowania. Przyjmuję, że cywilizacja europejska konstituowała się na przestrzeni IV–VIII wieku po Chrystusie, ale formowanie się cywilizacji europejskiej zainicjowane w tych wiekach uzyskało wyraźne wsparcie polityczne w X wieku (Daszkiewicz 2016, s. 90).

Do najstarszych cywilizacji zalicza się: Sumer, Egipt, kulturę z Chin, Peru oraz cywilizacje doliny Indusu. Warto podkreślić, że już w VII tysiącleciu p.n.e. istniały kultury, które przekształcały środowisko, jednak wtedy miało to miejsce na znacznie niższą skalę. Jedyne ślady po neolitycznej antropopresji są budowle w: Cuicuilco, Tiermes, Sacsayhuaman, Ollantaytambo, Longyou, Mahabalipuram, Mohendźo Daro, Egipcie oraz wiele innych. Są to głównie monumentalne megalityczne budowle, które pozostały

po dawnych cywilizacjach. Jednak cywilizacje te żyły w harmonii z przyrodą i nie powodowały znacznych jej przekształceń.

## EPOKA BRĄZU

Wraz z nastaniem IV tysiąclecia wkraczamy w epokę brązu, gdy człowiek nabył umiejętność tworzenia stopu brązu, czyli stopu miedzi z cyną. Miało to fundamentalny wpływ na dalsze dzieje ludzkości. Ludzie nauczyli się tworzyć trwałe narzędzia. Przyczyniło się to do II okresu zmian. Za pomocą narzędzi tworzono liczne tarasy oraz kanały irygacyjne. Duży obszar poddany został procesowi deforestacji. Wzrost ludności przyczynił się do powstania ośrodków miejskich, w których przyroda całkowicie została zdominowana przez działalność człowieka.

Wraz z pojawieniem się człowieka w młodszej epoce kamienia zmiany w krajobrazie polegały głównie na modyfikacji istniejących komponentów naturalnych. Taki rodzaj krajobrazu nosi nazwę krajobrazu przyrodniczego naturalnego (Luc i Szymańda 2015, s. 40). Myga-Piątek (2012) uważa, że początek antropopresji, polegający na prymitywnej uprawie ziemi oraz zbieractwie i myślistwie, które bez wątplenia wiążą się z gospodarowaniem ludzi w tym okresie, zaznacza się w krajobrazie określonym jako quasikulturowy, czyli przejściowy pomiędzy krajobrazem przyrodniczym a kulturowym. Natomiast krajobraz kulturowy wykształcony został w historycznym procesie zagospodarowania przez człowieka krajobrazu przyrodniczego (Myga-Piątek 2012).

## EPOKA PANOWANIA IMPERIUM RZYMSKIEGO

Ważny przełom nastąpił w okresie Imperium Rzymskiego. Ludność zamieszkująca to państwo nie przekształcała już przyrody na potrzeby rolnictwa. W państwie Rzymskim nastąpił intensywny rozwój komunikacji. Zwłaszcza w okresie Cesarstwa budowano liczne drogi, które przekształcały znacznie krajobraz. Budowano wiele mostów, niszczoneo wzgórza oraz zasypywano doliny. Do budowy dróg potrzebna była duża ilość budulca. Popyt na kamień przyczynił się do zdegradowania terenów Apeninów, gdzie do dzisiaj znajdujemy pozostałości po dawnych kamieniołomach. Kamieniołomy spowodowały liczne zmiany w rzeźbie, wiele zboczy gór w procesie wydobywania surowca zostało przekształconych. Ze względu na wielkość Cesarstwa oraz oddziaływanie na wielkim obszarze był to przełomowy moment. Budowano wiele miast oraz obiektów kultu, do budowy których użyto ogromnych ilości surowców.



## ŚREDNIOWIECZE

W średniowieczu najważniejszą zmianą dokonaną w środowisku była deforestacja. Na terenie Europy wiele obszarów zostało przekształconych w cele rolniczych. Jest to też okres początku intensywnej ingerencji w gospodarkę wodną. Zajmowali się nią Niderlandczycy, Flamandowie i Walonowie. Intensywna akcja osadnicza prowadzona na nieużytkach spowodowała osuszenie licznych bagien i torfowisk.

## EPOKA NOWOŻYTNA

Na początku nowożytności intensywnie karczowano lasy, których drewno służyło do budowy okrętów. w XVIII w. nastąpiła epoka industrialna, która cechowała się rozwojem II sektora gospodarki. Wraz z rozwojem przemysłu tworzone wielkie kopalnie odkrywkowe: np. w północnej Anglii, regulowano biegi rzek takich jak Odra i Ren, tworzyły się rozległe zagłębia górnicze, które prowadziły do antropogenicznych obciążeń krajobrazu. o współczesnej fizjonomii krajobrazów kulturowych decydują liczne elementy pochodzące z dawnych czasów. Widoczne jest zarówno na wsi, jak i w miastach.

Do dziś bardzo czytelne pozostają dawne układy dróg, lokalizacje i układy urbanizacyjne miejscowości, utrwalone w ciągu wieków przeznaczenie gruntów pod różne rodzaje działalności i sposoby użytkowania ziemi, a nawet – mimo późniejszych wielokrotnych przekształceń dawne podziały własnościowe. Wprawdzie wielokrotne reformy rolne i komasacje gruntów wprowadzały korekty struktury, początkowo wzrost rozdrobnienia pól, a następnie jego zmniejszenie. Mimo tego, w wielu miejscach podział działek własnościowych nadal bardziej jest uwarunkowany czynnikami natury historyczno-kulturowej niż wymogami współczesnej gospodarki (Plit 2016, s. 27).

## WSPÓŁCZESNOŚĆ

W czasach współczesnych, czyli w okresie ostatnich 100 lat nastąpiły ogromne zmiany krajobrazu. Ukształtowanie cywilizacji technokratycznej przyczyniło się do wprowadzenia głębokich zmian w środowisku przyrodniczym. Wiele terenów lesistych zniknęło całkowicie z powierzchni ziemi, powstało wiele kopalni odkrywkowych o niespotykanych rozmiarach, utworzone zostały liczne hałdy odpadów, wiele terenów uległo całkowitej urbanizacji, w wyniku czego powstały „betonowe krajobrazy”.

## FORMY ANTROPOGENICZNE – KLASYFIKACJA

„Człowiek tworzy nowe formy, przeobraża dawne oraz stwarza nowe warunki, które przyspieszają, spowalniają lub zmieniają typ naturalnych procesów rzeźbotwórczych” (Klimaszewski 1981). Wyróżnia się podział na działalność antropogeniczną bezpośrednią oraz pośrednią. Działalność bezpośrednia przekształca środowisko w jawny sposób obejmując tworzenie form wklęsłych oraz wypukłych. Przekształcenia bezpośrednie obejmują: usypywanie sztucznych wysp, tworzenie licznych szybów kopalnianych oraz rozcięcia wzgórz w celu budowy dróg. Pośrednie skutki powodują uruchomienie lub zmianę intensywności procesów geomorfologicznych. Nie są zazwyczaj widoczne, mogą również ulec znacznej rozpiętości w czasie.

Skutki pośrednie współczesnej działalności antropogenicznej mogą być dostrzegalne w przyszłości. Objawy pośredniej działalności człowieka mogą nie być widoczne gołym okiem. Przeprowadzając analizę pokryw aluwialnych europejskich rzek możemy w niektórych z nich dostrzec obecność metali ciężkich: kadmu i ołowiu. Przykładami takich rzek są Wisła oraz Ren. Przepisy regulujące prawo ochrony środowiska wprost definiują politykę ochrony środowiska jako zespół działań mających na celu stworzenie warunków niezbędnych do realizacji ochrony środowiska, zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju (art. 13 z dnia 29 października 2021 r. definicja polityki ochrony środowiska). Polityka ochrony środowiska jest prowadzona na podstawie strategii rozwoju, programów i dokumentów programowych, o których mowa w ustawie z dnia 6 grudnia 2006 r. o zasadach prowadzenia polityki rozwoju (art. 13 z dnia 29 października 2021 r. (Dz. U. z 2021 r. poz. 1057)).

## OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA

Żyjemy obecnie w XXI wieku, latamy w kosmos, jednak niestety nie umiemy należycie dbać o środowisko przyrodnicze. Pomimo wielu ruchów chroniących zasoby przyrody, na świecie zachodzą coraz większe przekształcenia. w Europie świadomość przyrodnicza jest coraz większa. Ochrona środowiska jest obecnie jednym z głównych zadań współczesnego społeczeństwa i państwa polskiego. Zgodnie z Konstytucją Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r. (Dz.U.z 20 Nr 200/2006 poz.1471) jedną z podstawowych funkcji państwa polskiego jest zapewnienie ochrony środowiska.

Niemniej jednak np. w Holandii prowadzony jest projekt zabierania ziemi morzu. Intensywne pozyskiwanie nowych terenów w postaci polderów

na potrzeby rolnictwa oraz osadnictwa wpływa na znaczne przekształcenia zewnętrznej powłoki ziemskiej. w innych rejonach świata zachodzą o wiele dalej idące zmiany. ChRL tworzy na Morzu Południowochińskim sztuczne wyspy w archipelagach takie jak Spratley i Wyspy Paracelskie. Powoduje to znaczne zmiany w krajobrazie oraz sztucznie zwiększa pokrywę lądową litosfery. Chiny prowadzą też zmiany na kontynentalnej części swojego terytorium. Wybudowanie Zapory Trzech Przełomów na Jangcy spowodowało zalanie znacznych obszarów. Ponadto nastąpiły też daleko idące zmiany w litosferze. Można do nich zaliczyć: powstanie misy deflacyjnej, poszerzenie rzeki, zatrzymanie niesionych przez nurt osadów aluwialnych. Podobne skutki wywarła zaporą Itaipu wzniesiona przez Paragwaj oraz Brazylię, Miguel Alemán, która została wzniesiona w Meksyku oraz wiele innych mniejszych obiektów hydrotechnicznych tego oraz innego typu. w Japonii ze względu na skupisko dużej liczby ludzi na stosunkowo małym górzystym obszarze osuszone zostały liczne bagna, rzeki zostały uregulowane i z terasowane, również wybrzeże zostało wydłużone w sposób sztuczny.

Z. Lach zwraca uwagę, że współcześnie w epoce globalizacji, broni nuklearnej oraz precyzyjnego rażenia, dominacji zaawansowanych technologii, innowacji, gospodarki w wymiarze transnarodowym, bezpieczeństwa międzynarodowego opartego na systemach zbiorowych, szczególnie państwa małe i średnie muszą akcentować swoją obecność, a także aktywność w różnych strukturach, czy układach oraz działaniach na forach międzynarodowych, wykorzystując wszelkie szanse i możliwości dla tworzenia gwarancji swojego istnienia i rozwoju. Aspekty te są również relewantne w obliczu zagwarantowania w przyszłości interesów państwa, szczególnie w przestrzeniach dotychczas jeszcze niezawładniętych i niekontrolowanych: otwarte przestrzenie oceaniczno-morskie i ich dno, obszary okołobiegunowe, kosmos, infoprzestrzeń (infosfera), a także inne miejsca newralgiczne (strategiczne) oraz dostępność czy możliwość korzystania z niekonwencjonalnych zasobów surowców i energii (Lach 2012, s. 10).

## DZIAŁALNOŚĆ AKUMULACYJNA CZŁOWIEKA

Jednym z dwóch głównych skutków działalności antropogenicznych w procesie przekształcenia litosfery są formy akumulacyjne. Gromadzenie się materiałów może być związane z bezpośrednią lub pośrednią działalnością człowieka. Jednak przyrost plaży spowodowany budową falochronu zaliczymy do pośredniej działalności człowieka. Największe przekształcenia

akumulacyjne nastąpiły na terenach zurbanizowanych w wielkich metropoliach. Czasami dochodzi do neutralizacji całych akwenów w wyniku cyklu procesów urbanizacyjnych. Dobrym przykładem jest miasto Meksyk założone w XIV wieku na jednej z wysp wielkiego jeziora. Gdy Hiszpanie podbili miasto w XVI wieku było ono bardzo duże (jak na rejon Ameryki w tamtym okresie) i połączone trzema groblami ze stałym lądem. Obecnie po jeziorze nie ma śladu w wyniku znacznej akumulacji materiałów naturalnych (gleba) oraz sztucznych (beton, metal, żelazobeton) przez człowieka. w wyniku budowy miast następuje znaczna akumulacja materiałów. Budowa zabudowań, kanalizacji oraz fundamentów powoduje wzrost średniej wysokości terenu. Obecnie człowiek rekultywuje wysypiska śmieci, odpady chemiczne, gruzowiska oraz wszelkie negatywne pozostałości swojej działalności. Rekultywacja również może być przejawem akumulacyjnej działalności człowieka.

Najwyższy punkty w Warszawie Górka Szczęśliwicka była pierwotnie zwałowiskiem gruzów oraz śmieci po zniszczeniach, jakie miały miejsce w okresie II wojny światowej na Ochocie, Woli i Śródmieściu. Obecnie góra została przekształcona i stanowi ważny element życia miejskiego mieszkańców Szczęśliwic oraz innych rejonów miasta. Działalność akumulacyjna człowieka dotyczy też tworzenia nasypów autostradowych oraz kolejowych. Przy budowie autostrad oraz linii kolejowych zużywa się setki tysięcy ton kruszyw. Podobne działania podejmuje człowiek przy budowie wałów przeciwpowodziowych, które usypywane są niekiedy wzdłuż całych akwenów i na zawsze zmieniają te obszary.

## DZIAŁALNOŚĆ NISZCZĄCA ISTNIEJĄCYCH FORM ORAZ TWORZENIE FORM DEFLACYJNYCH

Człowiek prowadzi działalność przekształcającą litosferę. Często w wyniku procesów antropogenicznych następuje ubytek materii. Podobnie jak w działalności akumulacyjnej możemy wyróżnić pośrednią oraz bezpośrednią działalność. Erozyjna pośrednia działalność obejmuje osiadanie gruntu spowodowane obniżeniem poziomu wód gruntowych, których ubytek jest wynikiem np. obecności kopalni. Liczne pęknięcia oraz nisze deflacyjne spowodowane są zapadnięciem stropu w kopalniach. Na terenach zurbanizowanych obecność kanalizacji deszczowej wpływa na wypłukiwanie części osadów. Często powoduje to, podobnie jak w Gwatemali powstanie wielkich dziur w ziemi, których genezą powstania był udział wody ściekowej połączonej z udziałem intensywnych opadów. w i dziale gospodarki intensyfikacja

rolnictwa może spowodować erozję wąwozową. Procesy wąwozowe mogą zachodzić naturalnie oraz bezpośrednio w wyniku działalności człowieka.

Intensywny rozwój komunikacyjny dróg na obszarach lessowych i tzw. erozja mechaniczna połączona z opadami również może przyczynić się do procesów wąwozowych. w Polsce intensywnie występują te procesy na Wyżynie Lubelskiej, pogłębione dodatkowo w ostatnich wiekach wzmożoną działalnością rolniczą. Skutków pośrednich jest wiele, jednak są one zazwyczaj słabo zauważalne oraz rozłożone w czasie. Częściej opisywane w literaturze, filmach popularno-naukowych oraz przekazywane w mediach są skutki bezpośrednie.

Najbardziej znane są nisze deflacyjne w postaci odkrywkowych kopalni surowców mineralnych. Czasem tego typu aktywność dochodzi do niebotycznych rozmiarów. Najprawdopodobniej kopalnie nigdy nie zostaną zasypane i słuszny może być pogląd o trwałej i nieodwracalnej dewastacji środowiska z tego powodu. Nad kopalniami odkrywkowymi często wprowadzany jest zakaz lotów powietrznych z uwagi na zagrożenie wessania pojazdu wewnątrz leja.

Intensywna antropopresja następuje również w górnictwie głębinowym, co związane jest z drążeniem licznych korytarzy oraz sztolni. Powoduje to zaburzenie warunków mineralogicznych ze względu na wydobycie pożądaných surowców. Górnictwo głębinowe wpływa też pośrednio na stosunki wodne, pęknięcia powierzchniowe oraz trzęsienia ziemi. Często górnictwo wpływa na rozwój przemysłowo-transportowy, który jest niezbędny w celu dalszego przesyłania surowców. Budowane są więc liczne linie przesyłowe oraz infrastruktura transportowa. Obecność ośrodka przemysłowego wpływa też na zmiany w liczbie ludności. Następuje migracja ludności, której nadmiar przyczynia się dodatkowo to zwiększenia i tak już silnych procesów dewastacyjnych oraz urbanizacyjnych w regionie.

## SPÓR O KLASYFIKACJĘ DZIAŁALNOŚCI ANTROPOGENICZNYCH

W międzynarodowym świecie naukowym trwa spór o rozróżnienie między antropogenicznymi formami rzeźby oraz konstrukcjami architektonicznymi. „Zazwyczaj przyjmuje się, że granica jest płynna”. Kurhany zaliczymy więc do antropogenicznych form rzeźby, a Wielki Mur Chiński, jak już wspomnieliśmy, zaklasyfikujemy do budowli architektonicznych. Można więc uznać, że wszelkie formy zbudowane za pomocą naturalnych materiałów, które powstały w przyrodzie bez udziału człowieka, zbudowane ręką ludzką to elementy rzeźby antropogenicznej. Jest to jednak zbyt uproszczenie,

ponieważ znajdowane są na całym świecie liczne artefakty, które wywołują liczne kontrowersje.

Do niedawna uważano, że wolfram w naturalnym środowisku nie istnieje, jednak na Syberii odkryto dysk wolframowy. Podobny dylemat mają naukowcy z naturalnym reaktorem jądrowym w Gabonie oraz z przedmiotem w kształcie młotka, zwanym „młotkiem z London”. Znaleźiska te powodują liczne kontrowersje. To poważny problem, do jakiej grupy zaklasyfikować zabezpieczone wybrzeże czy zaporę wodną. Problem najprawdopodobniej w najbliższym czasie będzie stanowił otwartą kwestię.

## ODDZIAŁYWANIE INNYCH „SFER: PRZEKSZTAŁCONYCH PRZEZ CZŁOWIEKA NA LITOSFERĘ

Poprzez zmiany spowodowane działalnością człowieka w atmosferze, hydrosferze i biosferze oddziałuje on pośrednio na litosferę. Poprzez zanieczyszczenie atmosfery siarczanami, azotanami oraz innymi substancjami powstaje zjawisko kwaśnych deszczy. Kwaśne deszcze „wzbogacone” są w związki które powodują przekształcanie oraz niszczenie skał. Powoduje to przyspieszenie procesów krasowych oraz rozpuszczanie skał wykazujących niską odporność na działanie kwasów.

Część naukowców wyraża pogląd, że człowiek przyczynia się do zmian klimatu na Ziemi. Nie wiadomo, czy człowiek jest głównym sprawcą tych zmian. Jednak działalność ludzi nie jest obojętna dla świata przyrodniczego. Spowodowane przez człowieka zmiany w składzie atmosfery, a także wzrost temperatury, mają duży wpływ na wody na Ziemi. Hydrosfera ze względu na zdolności zwiększenia objętości proporcjonalnie do temperatury oraz na topnienie lodowców i lądolodów przyczynia się do zmian w litosferze.

Wraz z podniesieniem się poziomu oceanu światowego, zalaniu ulegają liczne wybrzeża. z tego względu za przyczynę można uznać antropopresję. z powodu podniesienia poziomu wód człowiek w celu ochrony terenów mieszkalnych buduje tamy, zapory, wały i betonowe umocnienia, które powodują jeszcze większe przekształcenia. Wpływ na biosferę w postaci wycięcia drzewostanu może zapoczątkować lub przyspieszyć proces osuwania się, spęływania lub spływania. w Beskidach na skutek intensywnego wypasu oraz rolnictwa górne i środkowe obszary doświadczyły ubytku masy, który został zakumulowany w dolnych partiach gór (dolinach).

## ZMIANY POSTRZEGANIA ŚRODOWISKA

Obecnie na świecie wzrasta świadomość ekologiczna. Pośrednie skutki działalności antropogenicznej przynoszą więcej złego niż dobrego. Regulacja rzek, która następowała intensywnie przez ostatnie 2 wieki pochłonęła gigantyczny kapitał niewspółmierny do korzyści. Podczas prac inżynierskich przy ciekach hydrologicznych skrócono bieg Odry o około 140 km (1/6). Obecnie ze względu na spadek znaczenia węgla kamiennego, który stanowił główny towar przesyłowy Odry, spadło znaczenie żeglugi śródlądowej tą arterią wodną. Regulacja koryta pochłonęła więc duże środki, które prawdopodobnie nigdy się nie zwróca.

W licznych rejonach na świecie wzmożona antropopresja spowodowała negatywne i nieodwracalne skutki. w dalszej części zostały omówione przykłady działalności człowieka, które wywarły istotny wpływ na rodzimy region. Zgodnie z traktatem ustanawiającym Wspólnoty Europejskiej o polityce w dziedzinie środowiska naturalnego (art. 174, ust. 2.) polityka Wspólnoty w dziedzinie środowiska naturalnego przyczynia się do osiągnięcia następujących celów:

- zachowania, ochrony i poprawy jakości środowiska naturalnego,
- ochrony zdrowia ludzkiego,
- ostrożnego i racjonalnego wykorzystywania zasobów naturalnych,
- promowania na płaszczyźnie międzynarodowej środków, zmierzających do rozwiązywania regionalnych lub światowych problemów środowiska naturalnego.

## WOJNY

Na początku XX wieku miała miejsce I wojna światowa. Przyczyniła się ona do znacznego przekształcenia terenów Belgii, Północnej Francji oraz Alp Środkowych. Na niewielkim obszarze powstało wiele nasypów oraz okopów. Z powodu nieustannych walk powstało wiele kalder po pociskach. Oddziały saperskie tworzyły podkopy pod linie wroga, tworząc zmiany w litosferze. Na pograniczu Włoso – Austriackim wiele stoków górskich zostało przekształconych. W wyniku uderzenia pocisków część szczytów została zniszczona bezpowrotnie. W okresie II wojny przekształcenia środowiska były znaczniejsze. Z powodu tworzenia licznych bunkrów i tuneli podziemnych zmiany okazały się trwałe np. kompleks „Riese” (niem. „Olbrzym”) w Górach Sowich. Udoskonalona broń spowodowała liczne zmiany w skorupie ziemskiej. Obecnie

na świecie można znaleźć liczne ślady obecności wyrzutni raketowych oraz działań wojennych.

## EKSPERYMENTY W ZSRR

Od czasów objęcia władzy w ZSSR przez Józefa Stalina trwał intensywny program „ujarzmienia przyrody”. Ideologia totalitarna zakładała, że człowiek może panować nad przyrodą, prowadzono intensywne pokazowe inwestycje. Na Dniestrze powstała wielka elektrownia wodna, próbowano wykorzystać wody Amu-darii i Syr-darii do nawadniania pól bawełny, budowano linię kolejową „Martwa Droga”, trakt kołymski (obecnie droga R504) oraz wiele innych projektów. Jednak próba ingerencji w przyrodę okazała się brzemien- na w skutkach. Wiele osób poniosło śmierć przy wcielaniu w życie tych „pro- jektów”, niektóre z nich spowodowały katastrofy. Najbardziej znanym przy- kładem jest Jezioro Aralskie, które z powodu deficytu wód zmniejszyło się o 4/5. Jednak „nietypowe” projekty obejmowały też działania wojskowe „Car bomba” zdetonowana w 1961 r. spowodowała wyparowanie kilku wysp oraz znaczne zmiany w ukształtowaniu powierzchni Nowej Ziemi.

## PRZEKSZTAŁCENIA LITOSFERY W EUROPIE

Na terenie Europy obecne są ślady po różnorodnych formach działalności człowieka. Stary kontynent pokryty jest siecią kopalni odkrywkowych, wiele rzek jest uregulowanych, obecne są też liczne nasypy i składowiska. w ostat- nim okresie dokonywanych jest wiele kapitałochłonnych inwestycji. Niegdyś przekształcana była głównie pedosfera ze względu na przewagę i sektora w go- spodarce. Obecnie prace odbywają się w głębszych partiach litosfery. Wy- budowany został zderzacz hadronów w CERN. Inwestycja przyczyniła się również do licznych zmian w biosferze oraz hydrosferze. w ostatnim czasie zo- stał otwarty tunel Św. Gotarda w Szwajcarii, który połączył komunikacyjnie Niemcy, Szwajcarię i Włochy, jednocześnie mocno ingerując w skały tych gór.

Najbardziej znaczące przeobrażenia środowiska naturalnego zachodzą w obszarach górskich, gdzie turystyka nie podlega istotnym wahaniom se- zonowym i trwa praktycznie przez cały rok z różnym natężeniem (Ptaszyc- ka-Jackowska 2007). Działalność turystów może mieć charakter zarówno bezpośredni (np. rozdeptanie szlaków, wydeptywanie gatunków roślin, hałas, wprowadzanie wielkogabarytowych inwestycji w krajobraz naturalny gór), jak i pośredni, poprzez zwiększanie lub zmniejszanie prawdopodobieństwa



wystąpienia jakiegoś zjawiska (np. wzrost procesów erozyjnych, zmniejszenie prawdopodobieństwa lęgu niektórych gatunków ptaków). w obszarach górskich, w sposób szczególnie rażący, następuje dynamiczne zawłaszczanie krajobrazu na cele budowlane różnych inwestycji o charakterze turystyczno-rekreacyjnym, które poza bezpośrednim wpływem na środowisko przyrodnicze wywołują przede wszystkim zmiany w tradycyjnej estetyce przestrzeni gór (Myga-Piątek 2009).

## PODSUMOWANIE

Powstało wiele scenariuszy rozwoju Ziemi. Jedne zakładają, że człowiek przestanie przekształcać przyrodę i podejmie daleko idące działania, aby żyć z nią w symbiozie, a z kolei inne przewidują, że cała planeta stanie się jednym wielkim użytkiem i pozostanie na niej tylko człowiek oraz rośliny i zwierzęta niezbędne ludzkości do przetrwania. Jest też scenariusz katastroficzny, który zakłada, że ludzkość wyginie z powodu katastrofy, a przyroda odrodzi się na nowo. Trudno jest przewidzieć, który scenariusz się spełni. Należy podkreślić, że zaszły daleko idące zmiany. Regiony na świecie należy rozpatrywać raczej oddzielnie (pomimo intensywnych procesów globalizacji). Myśl ekologiczna na przestrzeni dziejów w różnych regionach świata była zróżnicowana. Obecnie mamy do czynienia z czterema różnymi koncepcjami podejścia człowieka do przyrody. Są to: nihilizm geograficzny, posybilizm geograficzny, determinizm geograficzny oraz environmentalizm. Nihilizm odrzuca zależność człowieka od przyrody. Posybilizm zakłada, że człowiek zależy od przyrody, jednak za pomocą nauki i techniki jest w stanie się jej przeciwstawić. Determinizm zakłada, że czynniki środowiskowe są decydujące. Environmentalizm sprzeciwia się niszczeniu środowiska przyrodniczego. Trudno jest określić, którą drogę wybierze nasza globalna cywilizacja. Jednakże jest pewne, że negatywnym wariantem jest nihilizm geograficzny w skrajnej formie. Spowodował on między innymi: całkowite wyeliminowanie ogromnego obszaru w pobliżu Czarnobylu, wysychanie Akwenu /Zatoki Kara Bogaz i powstanie w jej miejscu słonej pustyni, zatopienie radioaktywnych odpadów w morzu w okolicy Niziny Zachodniosyberyjskiej, wysychanie J. Aralskiego i powstanie na jego miejscu jałowej ziemi. Należy mieć nadzieję, że ludzkość zrozumie, że jest częścią przyrody i podejmie działania na rzecz ochrony zasobów naturalnych.

**BIBLIOGRAFIA**

- Daszkiewicz W.  
2016 *Źródła ekspansji cywilizacji europejskiej*, Zeszyty Naukowe KUL, 3(235).
- Klimaszewski M. (red.)  
1981 *Geomorfologia*. PWN, Warszawa.
- Lach Z.  
2012 *Geopolityczne aspekty kształtowania przestrzeni bezpieczeństwa państwa*, Przegląd Geopolityczny, 5.
- Luc M., Szmańda J.B.  
2018 *Ewolucja krajobrazu okolic góry św. Wawrzyńca w Kałdusie, od okresu Atlantyckiego do czasów współczesnych*, Acta Geographica Lodziensia, 107.
- Myga-Piątek U.  
2009 *Architektura wernakularna Podhala jako czynnik kształtowania krajobrazu i atrakcyjności turystycznej*, Acta Geographica Silesiana, 5.
- Myga-Piątek M. (red.)  
2012 *Krajobrazy kulturowe. Aspekty ewolucyjne i typologiczne*, Uniwersytet Śląski, Katowice.
- Plit J. (red.)  
2016 *Krajobrazy kulturowe Polski i ich przemiany*, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego, Warszawa.
- Ptaszycka-Jackowska D. (red.)  
2007 *Wpływ turystyki na środowisko górskie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Akty prawne**
- Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 roku, Dz.U. z 20 Nr 200/2006 poz. 1471.
- Traktat ustanawiający Wspólnoty Europejskiej o polityce w dziedzinie środowiska naturalnego, art. 174, ust. 2.
- Ustawa z dnia 29 października 2021 r. o polityce ochrony środowiska i programach ochrony środowiska, Dz.U.2021.1973 poz. 1057.

## SHAPING THE LITHOSPHERE AS PART OF THE STATE'S ENVIRONMENTAL POLICY THROUGHOUT HISTORY

**Abstract:** The aim of the article is to investigate the role of man in shaping the sphere of the globe. Due to the breadth of the issue, the most important transformations are discussed in a general way. It also focused on the variability of human activities in time and space. The lithosphere is the most external layer of the globe comprising the earth's crust and the peridotite layer beneath it. The thickness of the lithosphere varies from 60 km in areas occupied by oceans, to 100-120 km in areas occupied by continental blocks. Anthropogenic transformations and threats concern mainly the near-surface parts of the lithosphere, concentrating in the pedosphere, i.e., the surface layer of the lithosphere under the influence of biotic and abiotic factors, reaching depths of several hundred meters and up to several kilometers in deep-sea mines of precious metals or in natural gas or oil wells. Human beings are one element of the natural environment. Due to the incomparable influence of man on the natural environment in comparison with other living creatures, his activity has been separated. Official archeology indicates that our species was formed 190,000 years ago. Initially, mankind made slight changes to the environment that were naturally regenerating. The changes took place around 7000 BC because of the agricultural revolution. Since then, man has been intensively transforming the natural environment. The greatest changes took place over the last 2 centuries. Human activity has led to numerous changes in the atmosphere, biosphere, hydrosphere, lithosphere, and pedosphere. The transformations are usually negative. Some scientists call areas that have been changed with the anthroposphere.

**Keywords:** lithosphere, environmental policy, human activity, anthropogenic threat

# FIZJOTERAPIA W LECZENIU ZABURZEŃ UKŁADU STOMATOgnATYCZNEGO

**Streszczenie:** Fizjoterapia jest jednym z działów medycyny, w którym wykorzystujemy czynniki fizykalne oraz samodzielny lub wspomagany ruch pacjenta w celu poprawy, zwiększenia lub przywrócenia sprawności i samodzielności w życiu codziennym. Najczęściej wykorzystywanym podziałem fizjoterapii jest ten dzielący ją na: kinezyterapię – leczenie ruchem, fizykoterapię – leczenie z wykorzystaniem czynników fizykalnych oraz masaże – leczenie polegające na sprężystym odkształcaniu tkanek. Układ stomatognatyczny jest zespołem morfologiczno-czynnościowym w skład którego wchodzi: zespół zębowo-zębodołowy (zęby z przyzębiem), zespół zębowo-zębowy (ułożenie górnego i dolnego łuku zębowego), zespół stawowy (dwa stawy skroniowo-żuchwowe) oraz inne tkanki występujące w obrębie jamy ustnej (naczynia krwionośne, nerwy, naczynia limfatyczne, gruczoły ślinowe itd.). Zaburzeniami w obrębie wyżej wymienionych struktur zajmuje się fizjoterapia stomatologiczna, która jest stosunkowo młodą i zyskującą popularność metodą leczenia dysfunkcji w obrębie układu stomatognatycznego. Niniejsza praca stanowi przegląd doniesień naukowych w zakresie metod fizjoterapeutycznych wykorzystywanych w leczeniu zaburzeń układu ruchowego narządu żucia.

**Słowa kluczowe:** fizjoterapia, zaburzenia, układ stomatognatyczny

## WPROWADZENIE

Jednym z działów medycyny, w którym wykorzystujemy ruch i czynniki fizykalne jest fizjoterapia. Jest ona jedną z najstarszych metod wspomagających leczenie pacjenta, gdyż od lat wykorzystywano działanie światła słonecznego, hydroterapię, termoterapię (ciepło/zimno) czy masaże. Wyżej wymienione czynniki zmniejszały dolegliwości bólowe, działały przeciwwzapalnie,

wspomagały gojenie tkanek czy poprawiały stan emocjonalny pacjenta. Leczenie fizjoterapeutyczne obejmuje nie tylko osoby chore, ale również osoby zdrowe, które chcą poprawić stan funkcjonalny swojego organizmu. Wyróżniamy fizjoterapię: prozdrowotną – poprawiającą ogólny stan zdrowej osoby, prewencyjną pierwotnie – przeznaczona dla osób z dużym ryzykiem chorób metabolicznych lub krążeniowych, śródchorobową – stosowana w chorobach wyleczalnych i niewyleczalnych, ozdrowieńczą – usprawniająca mechanizmy homeostazy, prewencyjną wtórnie – obejmuje pacjentów u których mogą wystąpić nawroty choroby (Śliwiński i Sieroń 2014, s. 16-17).

Układ stomatognatyczny jest zespołem morfologiczno-czynnościowym w skład którego wchodzi: zespół zębowo-zębodołowy (zęby z przyzębieniem), zespół zębowo-zębowy (ułożenie górnego i dolnego łuku zębowego), zespół stawowy (dwa stawy skroniowo-żuchwowe) oraz inne tkanki występujące w obrębie jamy ustnej (naczynia krwionośne, nerwy, naczynia limfatyczne, gruczoły ślinowe itd.). Głównym zadaniem kompleksu ruchowego narządu żucia jest pobieranie pokarmu, żucie, wstępne trawienie, ale również odbieranie bodźców smakowych, wyrażanie emocji czy artykulacja mowy. Zaburzeniami w obrębie wyżej wymienionych struktur zajmuje się fizjoterapia stomatologiczna, która jest stosunkowo młodą i zyskującą popularność metodą leczenia dysfunkcji w obrębie układu stomatognatycznego. Szacuje się, że problem ten dotyczy od 12 do nawet 84% społeczeństwa (Oleszek-Listopad, Szymańska 2018, s. 82). Wykorzystując odpowiednie techniki z zakresu kinazyterapii, terapii manualnej czy fizykoterapii można zmniejszyć napięcie struktur tkankowych, zmniejszyć dolegliwości bólowe czy poprawić zakres ruchomości w obrębie stawów skroniowo-żuchwowych.

W pierwszej części pracy omówiona zostanie budowa i biomechanika układu stomatognatycznego oraz objawy zaburzeń w jego obrębie. Kolejną część zawiera metody leczenia i wspomaganie terapii u pacjentów z zaburzeniami w obrębie układu ruchowego narządu żucia. Istotne znaczenie w leczeniu zaburzeń skroniowo-żuchwowych ma holistyczne podejście do pacjenta i współpraca z innymi specjalistami w tej dziedzinie. Tylko odpowiednio zaplanowane badanie oraz terapia może przynieść maksymalny efekt terapeutyczny (Gorzechowski, 2016, s. 17).

## BUDOWA ANATOMICZNA

Układ stomatognatyczny jest zespołem morfologiczno-czynnościowym w skład którego wchodzi liczne tkanki i narządy. Do głównych elementów

szkieletowych z których zbudowany jest układ stomatognatyczny zaliczamy: szczękę (wraz z zębami górnymi tworzy nieruchomą część aparatu żucia), żuchwę (element ruchomy aparatu żucia) oraz kość skroniową łączącą szczękę z żuchwą za pomocą stawu skroniowo-żuchwowego. To ruchome połączenie odpowiada za jednoczesny ruch dwóch stawów skroniowo-żuchwowych (staw kłykciowy, maziówkowy). Między głową żuchwy a dołem żuchwowym i guzkiem stawowym znajduje się krążek stawowy zbudowany z chrząstki włóknistej, który odpowiada za odpowiednie dopasowanie powierzchni stawowych. Cały staw otoczony jest luźną torebką stawową, która zabezpiecza go przed niekontrolowanym ruchem w bok, przyśrodkowo lub w dół. Istotną funkcję ochronną pełnią więzadła, zbudowane z włókien kolagenowych, które nie ulegają rozciągnięciu. Wyróżniamy:

- więzadło krążkowe (oboczne) – połączenie krążka stawowego z głową żuchwy, które odpowiada za stabilizację połączenia szczęki z żuchwą;
- więzadło skroniowo-żuchwowe (boczne – rozpoczyna się w okolicy wyrostka jarzmowego kości skroniowej a kończy w okolicy boczno-tylnej powierzchni szyjki żuchwy, przyśrodkowe – rozpoczyna się w okolicy szczeliny skalisto-bębenkowej a kończy na tylnoprzyśrodkowej powierzchni szyjki żuchwy), które odpowiada za ograniczenie ruchu wyrostka kłykciowego żuchwy do tyłu;
- więzadło klinowo-żuchwowe – połączenie kolca kości klinowej z przyśrodkową częścią gałęzi i języczka żuchwy, które odpowiada za stabilizację połączenia szczęki z żuchwą;
- więzadło rylcowo-żuchwowe – połączenie wyrostka rylcowatego kości skroniowej z tylnym brzegiem gałęzi żuchwy oraz jej kątem, które odpowiada za ograniczenie nadmiernej protruzji (Moore i in., 2015, s. 486; Okeson, 2018, s. 3-7).

Unerwienie w okolicy stawów skroniowo-żuchwowych pochodzi z nerwu trójdzielnego i jego poszczególnych odgałęzień (między innymi z: nerwu policzkowego, nerwu żwaczowego, nerwuów skroniowych głębokich, nerwu skrzydłowego bocznego i przyśrodkowego, nerwu zębodołowego dolnego, nerwu uszno-skroniowego). Unaczynienie tętnicze układu stomatognatycznego pochodzi z tętnicy szyjnej zewnętrznej za pośrednictwem: tętnicy szczękowej, skroniowej oraz językowej i ich odgałęzień, natomiast krew żylna odprowadzana jest żyłą twarząwą wspólną. Unaczynienie limfatyczne pochodzi od węzłów szyjnych górnych (Ebelt-Paprotny, Preis, 2012, s. 840-841).

Analizując budowę układu stomatognatycznego należy poświęcić część informacjom o mięśniach wpływających na jego pracę. Mięśnie żucia (łac. *musculi masticatores*) odpowiadają za pracę żuchwy i powstają z mezodermy pierwszego łuku skrzelowego. Największym i najmocniejszym mięśniem żucia jest mięsień skroniowy (łac. *musculus temporalis*), który maksymalnie wypełnia dół skroniowy, będący jego przyczepem początkowym. Kończy się natomiast na wyrostku dziobiastym i przednim brzegu gałęzi żuchwy. Unerwienie pochodzi z nerwów skroniowych głębokich, natomiast unaczynienie z tętnicy skroniowej środkowej, przedniej, tylnej oraz gałęzi tętnicy szczękowej. Głównym zadaniem mięśnia skroniowego jest unoszenie żuchwy, zamykanie ust oraz zaciskanie zębów. Włókna o przebiegu poziomym odpowiadają za cofanie żuchwy. Mięsień żwacz (łac. *musculus masseter*) zawiera dwie części – głęboką i powierzchowną, które są od siebie widocznie oddzielone od góry i z tyłu. Struktura ta rozpoczyna się na dolnym brzegu kości jarzmowej i łuku jarzmowym, natomiast kończy się na tzw. „guzowatości żwaczowej”. Za unerwienie odpowiada nerw żwaczowy, a za unaczynienie – tętnica żwaczowa. Głównym zadaniem tego mięśnia jest unoszenie żuchwy i jej obracanie na zewnątrz. Ma znikomą rolę w ruchach wysuwania żuchwy. Mięsień skrzydłowy przyśrodkowy (łac. *musculus pterygoideus medialis*) rozpoczyna się w dole skrzydłowym wyrostka skrzydłowego kości klinowej i na wyrostku piramidowym kości podniebiennej, natomiast kończy się w okolicy guzowatości skrzydłowej. Za unerwienie odpowiada nerw skrzydłowy przyśrodkowy, a unaczynienie zapewnia tętnica szczękowa. Głównym zadaniem tej struktury jest unoszenie żuchwy. Mięsień skrzydłowy boczny (łac. *musculus pterygoideus lateralis*) znajduje się po zewnętrznej stronie. Zbudowany jest z głowy górnej i dolnej, których zadaniem jest wysuwanie i obracanie żuchwy do wewnątrz. Głowa górna rozpoczyna się w okolicy grzebienia podskroniowego oraz powierzchni podskroniowej skrzydła większego kości klinowej, natomiast głowa dolna w okolicy blaszki bocznej wyrostka skrzydłowego kości klinowej i powierzchni podskroniowej szczęki. Przyczep końcowy, dla obu głów tego mięśnia znajduje się w dołku skrzydłowym wyrostka kłykciowego żuchwy. Za unaczynienie tej struktury odpowiada tętnica szczękowa, natomiast unerwienie zapewnia nerw skrzydłowy boczny. Warto również wspomnieć, że bezpośredni lub pośredni wpływ na pracę układu stomatognatycznego mogą mieć mięśnie szyi. Mięśnie nadgnykowe (łac. *musculi suprahyoidei*) w których skład wchodzi mięsień dwubrzuścowy, rylcowo-gnykowy, żuchwowo-gnykowy oraz bródkowo-gnykowy odpowiadają za opuszczanie żuchwy wbrew oporowi. Dzieje się to wtedy, gdy mięśnie podgnykowe utrzymują kość gnykową

w odpowiednim położeniu. Mięśnie te współpracują z mięśniami żucia oraz odpowiedzialnymi za zgięcie kręgosłupa w odcinku szyjnym. Mięśnie podgnykowe (łac. *musculi infrahyoidei*) w których skład wchodzi mięsień łopatkowo-gnykowy, mostkowo-gnykowy, mostkowo-tarczowy i tarczowo-gnykowy odpowiadają za prawidłowe ustalenie lub obniżanie kości gnykowej. Dzięki ich pracy możliwe jest wykonywanie ruchów przez mięśnie nadgnykowe. Zaburzenia w obrębie tych struktur (mięśni nadgnykowych i podgnykowych) mogą objawiać się jako dysfunkcja stawu skroniowo-żuchwowego. Mięsień mostkowo-obojczykowo-sutkowy (łac. *musculus sternocleidomastoideus*) zbudowany jest z dwóch głów, które mają wspólny koniec. Głowa przyśrodkowa rozpoczyna się na rękocyfeli mostka, natomiast głowa boczna na górnej powierzchni końca mostkowego obojczyka. Na przestrzeni bocznej wyrostka sutkowatego kości skroniowej oraz kresie karkowej górnej znajduje się ich przyczep końcowy. Za unerwienie struktury odpowiadają gałęzie wychodzące ze splotu szyjnego oraz nerw dodatkowy, natomiast unaczynienie pochodzi z tętnicy szyjnej zewnętrznej oraz podobojczykowej. Jego główną funkcją jest zginanie głowy do boku, obracanie jej w stronę przeciwną, a współdziałając z mięśniem przeciwnym może pociągać głowę do przodu. Mięśnie pochyłe szyi (łac. *musculi scaleni*) przedni, środkowy i tylny, których przyczepy końcowe znajdują się na wyrostkach poprzecznych kręgów szyjnych od C2 do C7. Przyczep początkowy mięśnia pochyłego przedniego i środkowego znajduje się na powierzchni pierwszego żebra, a pochyłego tylnego – na przestrzeni drugiego żebra. Unerwienie wyżej wymienionych mięśni pochodzi z gałęzi splotu szyjnego C3-C8 oraz splotu ramiennego, natomiast za ukrwienie tej okolicy odpowiada tętnica tarczowa dolna. Mięśnie pochyłe przednie i środkowe pełnią funkcję zgięcia bocznego kręgosłupa w odcinku szyjnym oraz unoszenie pierwszego żebra, natomiast mięsień pochyły tylny unosi drugie żebro (Walocho (red.) 2013, s. 88; Moore i in. 2015, s. 493-495; Oleszek-Li-stopad, Robak, Szymańska 2019, s. 92-93).

## BIOMECHANIKA

W przypadku zapoczątkowania prawidłowego ruchu w obrębie stawów skroniowo-żuchwowych konieczne jest aby powierzchnie stawowe miały odpowiednią budowę, zęby były ustawione w prawidłowy sposób (bez ubytków), a mięśnie miały odpowiednią długość i napięcie. Praca w tych stawach odbywa się jednocześnie, w zamkniętym łańcuchu stawowym, a aktywność ma charakter złożony. Wyróżniamy ruchy obrotowe, ślizgowe oraz żucia.



Ruchy obrotowe (rotacyjne, zawiasowe) - odpowiadające za otwieranie i zamykanie ust. Ruch opuszczania żuchwy spowodowany jest skurczem mięśni żuchwowo-gnykowych, bródkowo-gnykowych, skrzydłowych bocznych oraz przy ustabilizowanej kości gnykowej dzięki mięśniom dwubrzuścowym. W trakcie tej aktywności dochodzi do przemieszczenia głowy stawowej na część górną guzków stawowych, a krążki stawowe zostają przesunięte ku przodowi. Ruch ten wykonany jest bez przemieszczenia powierzchni stawowych i krążka, na podstawie ślizgu ku przodowi. Ruch unoszenia żuchwy ma miejsce dzięki pracy mięśni skrzydłowych (skroniowych i przyśrodkowych) oraz mięśni żwaczy. Krążki stawowe wraz z głowami stawowymi przemieszczają się z górnej części guzków stawowych do ich podstawy (Ebelt-Paprotny, Preis, 2012, s. 841-842).

Ruchy translacyjne (ślizgowe) odpowiadają za wysuwanie i cofanie żuchwy. Wysuwanie wykonywane jest dzięki pracy mięśni skrzydłowych bocznych dolnych oraz mięśni żwaczy i skroniowych. Przy tej translokacji dochodzi do obniżenia żuchwy, a po chwili do przemieszczenia siekaczy dolnych przed górne. Między powierzchnią stawową guzka kości skroniowej a krążkiem stawowym dochodzi do ruchu ślizgowego, natomiast między krążkiem a głową żuchwy – do ruchu obrotowego. Cofanie żuchwy zachodzi dzięki pracy mięśni skroniowych, żwaczy, bródkowo-gnykowych, żuchwowo-gnykowych oraz dwubrzuścowych. Dochodzi wtedy do przemieszczenia głów stawowych z krążkami ku górze i ku tyłowi (Gorzechowski, 2016, s. 18-20).

Ruchy żucia zachodzą dzięki przesuwaniu trzonu żuchwy, raz w jedną, raz w drugą stronę, przy równoczesnym zaciskaniu łuków zębowych. Są to najbardziej złożone przemieszczenia, powstające dzięki skurczowi mięśnia skrzydłowego bocznego dolnego, a za ruch przeciwny odpowiadają mięśnie żuchwowo-gnykowe i skrzydłowe przyśrodkowe strony niepracującej. Skurcz mięśnia skrzydłowego bocznego po stronie pracującej (ruch laterotruzji) powoduje wykonanie ruchów obrotowych, na boki i ku tyłowi, podczas gdy po stronie przeciwnej (ruch mediotruzji) dochodzi do przemieszczenia głowy stawowej ku dołowi na guzek stawowy.

W trakcie tych przesunięć dochodzi do kontaktu zębów górnych i dolnych po stronie pracującej, a po stronie niepracującej do utraty styczności (Oleszek-Listopad, Szymańska 2018, s. 82-83).

## OBJAWY DYSFUNKCJI UKŁADU STOMATOGNATYCZNEGO

Początkowym odcinkiem układu pokarmowego jest układ ruchowy narządu żucia. To on odpowiada za pobieranie, rozdrabnianie i wstępne trawienie pokarmów, dlatego zaburzenia najczęściej związane są z problemami w wykonywaniu tych czynności. Jednym z pierwszych objawów dysfunkcji układu stomatognatycznego są słyszalne trzaski lub przeskakiwania szczególnie w czasie zamykania żuchwy. Patologia ta powstaje najczęściej wskutek zwyrodnienia struktur okołostawowych lub zmian w składzie i ciśnieniu płynu maziowego. Dolegliwości bólowe są jednym z pierwszych sygnałów świadczących o zaburzeniu w obrębie układu stomatognatycznego. Mogą dotyczyć bezpośrednio zajętego stawu (ból stawowy – zlokalizowany, tępy, zwiększający się podczas ruchu) lub okolicznych mięśni (ból mięśniowy – niezlokalizowany, kłujący). Najczęstszą przyczyną bólu może być zwiększone napięcie mięśni żucia w odpowiedzi na patologiczne rozciągnięcie mięśni szyi, grzbietu czy obręczy barkowej (syndrom *twarży kwadratowej* – nadmierny przerost mięśni żucia). Powyższe dysfunkcje mogą powodować zmiany adaptacyjne, które będą wpływały na nieprawidłową pracę układu stomatognatycznego (Gorzechowski 2016, s. 44).

Jednym z częściej współwystępujących zaburzeń w obrębie układu stomatognatycznego jest bruksizm, czyli nadmierne zaciskanie zębów i zgrzytanie szczególnie w nocy. Dysfunkcja ta prowadzi do ścierania zębów, co w znaczący sposób wpływa na mechanikę stawów skroniowo-żuchwowych. Przyczyn bruksizmu należy doszukiwać się w czynnikach hormonalnych, psychologicznych lub fizycznych. Autorzy licznych publikacji zwracają uwagę, że w obecnych czasach największy wpływ na powyższą patologię ma stres, który powoduje zwiększone napięcie nerwowo-mięśniowe (Panek, Śpikowska-Szostak 2009, s. 13; Malec i in. 2016, s. 66).

Warto również wspomnieć, że istotny wpływ na układ stomatognatyczny mogą mieć zaburzenia uszne. Ze względu na położenie przewodu słuchowego w odległości 2 mm od stawu skroniowo-żuchwowego, może dochodzić do przeniesienia dolegliwości bólowych lub stanów zapalnych. Pacjenci często zgłaszają: zatykanie ucha, piski, szумы, nadwrażliwość na dźwięki czy pogorszenie słuchu (Maciejewska i in. 2012, s. 133).

Innymi często występującymi objawami zaburzeniami układu stomatognatycznego są: problemy z gryzieniem pokarmu i otwarciem ust, nadgryzanie warg lub języka, zaburzenia w wyrażaniu emocji, ograniczenie

zakresu ruchomości w obrębie stawów skroniowo-żuchwowych, zaburzenia statyki ciała (protrakcja głowy, asymetryczne ustawienie głowy, obojczyków, barków; wady klatki piersiowej, wady kręgosłupa m. in. skolioza, skrócenie kończyny dolnej, wady stóp itd.). Pacjenci często bagatelizują objawy, tym samym zgłaszając się do specjalisty, gdy patologia jest już silnie utrwalona (Oleszek-Listopad, Szymańska 2018, s. 84).

## FIZJOTERAPIA

Fizjoterapia jest jednym z działów medycyny, w którym wykorzystujemy czynniki fizykalne oraz samodzielny lub wspomagany ruch pacjenta w celu poprawy, zwiększenia lub przywrócenia sprawności i samodzielności w życiu codziennym. Najczęściej wykorzystywanym podziałem fizjoterapii jest ten dzielący ją na: kinezyterapię – leczenie ruchem, fizykoterapię – leczenie z wykorzystaniem czynników fizykalnych oraz masaż – leczenie polegające na sprężystym odkształcaniu tkanek. W przypadku leczenia zaburzeń w obrębie układu stomatognatycznego wykorzystywane są wszystkie narzędzia fizjoterapeutyczne, a także metody specjalne takie jak: Kinesiology Taping, terapia punktów spustowych, terapia manualna (mobilizacja stawowa, rozluźnianie metodą poizometrycznej relaksacji, głęboki masaż poprzeczny), terapia czasowo-krzyżowa, metoda CRAFTA, metoda Kaltenborna-Evjentha, metoda Mulligana, metoda Lewita, terapia manualna holistyczna wg Rakowskiego, techniki osteopatyczne i inne (Śliwiński i Sieroń, 2014, s. 17).

Rozpoczynając leczenie fizjoterapeutyczne należy przeprowadzić dokładny wywiad z pacjentem oraz wykonać badanie funkcjonalne. Pacjent wypełnia przygotowany kwestionariusz lub odpowiada na zadawane przez terapeutę pytania. Należy pamiętać, aby zebrać szczegółowe dane nie tylko o przebiegu choroby, ale również podstawowe informacje takie jak: wiek, płeć, zawód, hobby czy choroby dziedziczne. Następnym krokiem jest przeprowadzenie badania funkcjonalnego, które rozpoczynamy już od momentu wejścia pacjenta do gabinetu (obserwacja zachowania, postawy, mimiki twarzy). W pierwszej kolejności oceniamy sylwetkę pacjenta, zwracając szczególną uwagę na ustawienie i symetrię poszczególnych części ciała. Badamy kręgosłup (szczególnie w odcinku szyjnym, gdyż pacjenci wykazują tendencję do protrakcji głowy), miednicę oraz długość kończyn dolnych. Kolejny etap to badanie zakresu ruchów czynnych i biernych żuchwy. Fizjoterapeuta wykonuje pomiar zakresu ruchu przy użyciu linijki, a pacjent wykonuje kolejno: ruch odwiedzenia żuchwy (wynik poniżej 3,5 cm świadczy o zablokowaniu krążka,

natomiast powyżej 5,5 cm o hipermobilności), ruch boczny żuchwy (norma ok. 1,0 cm) czy wysuwanie żuchwy (norma ok. 0,7 cm, ocena bólu przy użyciu testu „trzy palce”). Warto jest wykonać również bardziej specyficzne testy oceniające pracę stawów skroniowo-żuchwowych na przykład: test trzasków w stawie, test zęby na zęby czy test gryzienia. Ocenie należy poddać również okoliczne mięśnie sprawdzając ich napięcie oraz obecność punktów spustowych (ang. *trigger point*). Badanie palpacyjne wykonujemy w obrębie mięśni: żwaczy, skrzydłowych przyśrodkowych, skroniowych, mostkowo-obojęczykowo-sutkowych, nadgnykowych i podgnykowych. Tylko odpowiednio przeprowadzony wywiad oraz badanie pozwolą fizjoterapeucie na zaplanowanie terapii oraz wyznaczenie jej celu szczegółowego oraz ogólnego. Ważna jest konsultacja z lekarzem stomatologiem w celu holistycznego podejścia do problemu pacjenta (Gorzechowski 2016, s. 67-79).

Kinezyterapia (łac. *kinesis* – ruch, łac. *therapeia* – leczenie) jest najefektywniejszą metodą leczenia pacjentów, która wykorzystuje czynny lub bierny ruch ciała pacjenta. W fizjoterapii stomatologicznej wykorzystujemy ćwiczenia wg Rocabado, wg Gerrego oraz ćwiczenia izometryczne. Ćwiczenia wg Rocabado (ang. *Rocabado's 6x6, Exercises 6x6*) składają się z 6 ćwiczeń wykonywanych 6 razy dziennie, po 6 powtórzeń, a ich głównym zadaniem jest poprawa ruchomości i czucia głębokiego oraz zmniejszenie dolegliwości bólowych w obrębie układu stomatognatycznego. Procedura składa się z 6 etapów:

- ćwiczenie 1 – ustawienie języka w pozycji spoczynkowej, a następnie uniesienie jego przedniej części tak, aby dotykała podniebienia (nie zębów!), utrzymanie pozycji przez 10 sekund a następnie powrót do pozycji spoczynkowej;
- ćwiczenie 2 – korekcja ustawienia ramion poprzez ściągnięcie łopatek do kręgosłupa i w dół, utrzymanie pozycji przez 10 sekund i powrót do pozycji wyjściowej;
- ćwiczenie 3 – ręce ułożone na karku, a następnie wykonani stabilizowanego zgięcia szyi, utrzymanie pozycji przez 10 sekund i powrót do pozycji wyjściowej;
- ćwiczenie 4 – pozycja siedząca lub stojąca, wysuwanie i cofanie żuchwy do przodu z zatrzymaniem na końcu ruchu, utrzymanie pozycji przez 10 sekund i powrót do pozycji wyjściowej;
- ćwiczenie 5 – pacjent wykonuje palpację stawów skroniowo-żuchwowych, a następnie wykonuje otwarcie i zamykanie ust do momentu bólu lub trzasku w stawie, utrzymanie pozycji przez 10 sekund i powrót do pozycji wyjściowej;

- ćwiczenie 6 – tak samo jak w ćwiczeniu 5, ale palce ułożone na brodzie oporują ruch, utrzymanie pozycji przez 10 sekund i powrót do pozycji wyjściowej (Mulet i in. 2007, s. 322).

Głównym zadaniem ćwiczeń wg Gerrego jest wzmocnienie mięśni nadgnykowych poprzez wykonywanie ćwiczenia polegającego na opuszczaniu żuchwy z jednoczesnym utrzymaniem języka z tyłu podniebienia. Zadanie należy wykonywać w pozycji siedzącej lub stojącej minimum 3 razy dziennie, po 10-15 powtórzeń, a napięcie utrzymywać przez ok. 10 sekund. Po każdym napięciu należy wykonać rozluźnienie mięśni w postaci naprzemiennego, symetrycznego otwierania i zamykania ust (Szyszkowska, Hamwi, Koliński 2011, s. 54).

Ćwiczenia izometryczne, inaczej wzmacniające siłę mięśniową - wykorzystywane są najczęściej u osób z hipermobilnością w obrębie stawów skroniowo-żuchwowych (ruch odwiedzenia żuchwy powyżej 5,5 cm). Ćwiczenia polegają na wykonywaniu napięcia mięśnia, bez zmiany jego długości, utrzymaniu pozycji przez ok. 10 sekund a następnie powrocie do pozycji wyjściowej. Aby terapia miała pozytywne efekty procedura powinna być wykonywana regularnie, minimum 3 razy dziennie, po około 10 powtórzeń. Ponadto ważne jest, aby nauczyć pacjenta wykonywać ćwiczenia samodzielnie, gdyż tylko ciągłość terapii pozwoli osiągnąć maksymalne efekty terapeutyczne (Kaczmarek, Kaczmarek 2017, s. 95).

W przypadku leczenia zaburzeń w obrębie układu stomatognatycznego terapię można uzupełnić o zabiegi z zakresu fizykoterapii. Głównym celem tejsze terapii jest: zmniejszenie dolegliwości bólowych, zmniejszenie stanu zapalnego, poprawa odżywienia tkanek czy regeneracja tkanek. Przed przystąpieniem do wykonania zabiegu fizykoterapeutycznego należy wykluczyć ewentualne przeciwwskazania do jego wykonania, sprawdzić czy pacjent prawidłowo odczuwa bodźce oraz zapytać czy przed zabiegiem nie przyjmował leków przeciwbólowych. Z zakresu termoterapii wykorzystuje się najczęściej promieniowanie podczerwone na przykład w lampie Sollux (filtr niebieski – przeciwbólowo lub filtr czerwony - przeciwzapalnie, czas: 15 minut, odległość: około 20-30 cm, seria: 8-10 zabiegów) podczas którego należy pamiętać o stosowaniu okularów ochronnych. Coraz rzadziej wykorzystuje się okłady parafinowe i borowinowe ze względu na problem z ich dostępnością oraz stosunkowo wysoką ceną. Bardzo duże efekty przeciwbólowe daje zastosowanie krioterapii w postaci okładów z lodu (wykonywane przez ręcznik, czas: 10-15 minut, maksymalnie 2 razy dziennie) lub aplikacji ciekłym

azotem wykonywanej przez stomatologa (Wąłach, Pihut, Loster 2006, s. 276).

Elektroterapia jest zabiegiem podczas którego wykorzystuje się prądy stałe lub zmienne do osiągnięcia efektu terapeutycznego (w głównej mierze przeciwbólowego). W zakresie fizjoterapii stomatologicznej wykorzystujemy:

- jonoforezę – zabieg polegający na wprowadzeniu jonów działających leczniczo pod wpływem prądu stałego w miejsce zmienione chorobowo (elektroda czynna w okolicy stawu, elektroda bierna w okolicy tylnej części szyi; natężenie: maksymalnie 3,0-4,0 mA; czas trwania zabiegu: 5-10 minut);
- prądy TENS (ang. *Transcutaneous Electrical Nervous Stimulation* – przezskórna elektryczna stymulacja nerwów) – prąd małej częstotliwości o silnym działaniu przeciwbólowym (ukołzenie elektrod w miejscu bolesnym lub w przebiegu nerwów) w stanach ostrych (częstotliwość: 80-150 Hz, czas impulsu: 10-100 mikrosekund, czas trwania zabiegu: 10-20 minut) lub w stanach przewlekłych (częstotliwość: do 10 Hz, czas impulsu 200 mikrosekund lub więcej, czas trwania zabiegu: 10-30 minut, seria: 8-10 zabiegów);
- prąd mikroamperowy – działanie przeciwbólowe, przy użyciu bardzo małego natężenia (impulsy prostokątne, częstotliwość: 0,3-400 Hz, czas impulsu: 1-200 mikrosekund, czas zabiegu: 5-10 minut) (Szyszkowska, Hamwi, Koliński 2011, s. 52).

W przypadku stanów przewlekłych w obrębie układu stomatognatycznego istotne może być zastosowanie terapii prądami wielkiej częstotliwości łączącej działanie pola elektrycznego, magnetycznego i elektromagnetycznego. Do zabiegu wykorzystuje się elektrody sztywne ustawione po dwóch stronach w okolicy stawów skroniowo-żuchwowych, czas trwania zabiegu: 10-20 minut, częstotliwość: 27,12 MHz, seria: 10-20 zabiegów (Bauer, Wiecheć 2012, s. 225).

Kolejnym zabiegiem wykorzystywanym w fizjoterapii stomatologicznej jest laseroterapia (ang. *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*), która wykonywana jest najczęściej w bolesnych punktach mięśniowych lub bezpośrednio w okolicy stawu. Najczęściej wykorzystywane są lasery niskoenergetyczne (ang. *LLLT - Low Level Laser Therapy*) o długości fali 808 nm, moc: 1-200 mW oraz częstotliwość impulsu: 15 MHz. Czas trwania zabiegu wynosi od 1 minuty do 5 minut w zależności od metody wykonania zabiegu - kontaktowa, bezkontaktowa, punktowa lub w postaci skanera (Shinozaki i in. 2010, s. 435).

Magnetoterapia oraz magnetostymulacja to zabiegi z zakresu fizykoterapii polegające na zastosowaniu pola magnetycznego (częstotliwość: 0-50 Hz) oraz indukcji magnetycznej (0,5-10 mT). Główną zaletą powyższego zabiegu jest jego bezbolesność oraz możliwość wykonania w każdym stadium choroby (stan ostry – 0,1–5,0 Hz, 0,5-3,0 mT; stan podostry – 5,0-20,0 Hz, 3,0-5,0 mT; stan przewlekły – 20,0-50,0 Hz, 6,0-10,0 mT). Obecnie zabieg jest najczęściej wykonywany przez stomatologa przy użyciu końcówki punktowej, natomiast fizjoterapeuci wykonują zabieg w okolicy kręgosłupa przy użyciu poduszek lub solenoidu. Czas trwania zabiegu uzależniony jest od stanu pacjenta oraz okolicy poddawanej zabiegowi (Szyszkowska, Hamwi, Koliński 2011, s. 53).

Sonoforeza lub inaczej ultradźwięki to zabieg w którym wykorzystuje się drgania mechaniczne o wartości wyższej niż 20 MHz oraz częstotliwości od 0,8 do 3,0 MHz. Zabieg ten w głównej mierze poprawia ukrwienie tkanek, działa przeciwbólowo oraz przeciwzapalnie, zmniejsza napięcie mięśni oraz przyspiesza gojenie ran. W zaburzeniach układu ruchowego narządu żucia wykorzystuje się dawkę 0,6-0,8 W/cm<sup>2</sup> (metoda labilna) lub 0,2-0,5 W/cm<sup>2</sup> (metoda stabilna). Czas trwania zabiegu wynosi od 5 do 10 minut. Można również wykorzystać terapię skojarzoną polegającą na połączeniu zabiegu ultradźwięków z elektroterapią (na przykład prądem TENS). Ultradźwięki w dawce 0,6-08 W/cm<sup>2</sup>, 3 MHz, aplikuje się w okolicy stawów skroniowo-żuchwowych, natomiast elektrodę z prądem TENS w okolicy barku lub tylnej części szyi (częstotliwość: 80-150 Hz, czas impulsu: 10-100 mikrosekund). Powyższa terapia daje silne efekty przeciwbólowe oraz redukuje napięcie mięśniowe (Pihut, Kazana, Wiśniewska 2011, s. 93).

Bardzo dobre efekty terapeutyczne w leczeniu zaburzeń układu stomatognatycznego daje zastosowanie wspomagająco masażu twarzy i szyi. Masaż powinien trwać około 5-15 minut, a pacjent przyjmuje jak najbardziej wygodną pozycję siedzącą lub leżącą. Warto skupić się na opracowaniu mięśni: żwaczy, skroniowych, mostkowo-obojczykowo-sutkowych czy pochyłych, gdyż to one najczęściej ulegają przykurczeniu. Masaż rozpoczynamy od głaskania, następnie przechodzimy do rozcierania, ugniatania oraz oklepywania. Można również wykorzystać techniki zapożyczone z innych masażu (na przykład masaż tkanek głębokich, masaż relaksacyjny), ale należy pamiętać, aby zabieg zakończyć delikatnym głaskaniem w celu wyciszenia organizmu (Wąłach, Pihut, Loster 2006, s. 280).

## PODSUMOWANIE

Zaburzenia w obrębie układu stomatognatycznego są powszechnie występującym problemem wśród społeczeństwa. Liczne publikacje pokazują jak wielkie znaczenie w ich leczeniu ma fizjoterapia stomatologiczna. Dzięki zastosowaniu kinezyterapii, fizykoterapii, masażu oraz metod specjalnych można osiągnąć maksymalny efekt terapeutyczny. Ważne jest, aby leczenie miało charakter interdyscyplinarny i nie skupiało się tylko na uszkodzonej strukturze, gdyż zaburzenie może pochodzić z innej części ciała. Pozytywne nastawienie pacjenta oraz terapeuty pozwoli na przełamanie bariery związanej z badaniem wewnątrz jamy ustnej, a zalecenia domowe umożliwią kontynuację terapii w warunkach domowych.

## BIBLIOGRAFIA

- Bauer A., Wiecheć M.  
2012 *Przewodnik metodyczny po wybranych zabiegach fizykalnych*. Wydawnictwo Markmed Rehabilitacja s.c., Wrocław 2012.
- Ebelt-Paprotny G., Preis R., Saulicz E. (red.)  
2012 *Fizjoterapia*. Wydawnictwo Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2012.
- Gorzechowski K.  
2016 *Rehabilitacja stomatologiczna*. Wydanie I, Wydawnictwo KARGO, Białystok 2016.
- Kaczmarek B., Kaczmarek Ł.  
2017 *Autoterapia stawu skroniowo-żuchwowego. Część I – techniki zewnętrzne*. Magazyn stomatologiczny 2017; 10: 94-96.
- Maciejewska B., Wiskirska-Woźnica B., Mehr K., Maciejewska-Szaniec Z., Piotrowski P.  
2012 *Subiektywne i obiektywne zjawiska akustyczne w przebiegu czynnościowych zaburzeń układu ruchowego narządu żucia – analiza przypadku*. Otorinolaryngologia 2012, 11 (3): 132-138.
- Malec A., Madej M., Kulesa-Mrowiecka M., Cyran M.  
2016 *Bruksizm – problem interdyscyplinarny: rola fizjoterapeuty*. Medycyna Manualna 2016; 20 (3-4): 65-71.



Moore KL., Dalley A., Agur A., Morys J. (red.)

2015 *Anatomia kliniczna. Tom I.* Wydawnictwo MedPharm Polska, Wrocław 2015.

Mulet M., Decker KL., Look JO., Lenton PA., Schiffman EL.

2007 *A randomized clinical trial assessing the efficacy of adding 6 x 6 exercises to self-care for the treatment of masticatory myofascial pain.* Journal of Orofacial Pain 2007, 21 (4): 318-328.

Okeson JP.

2018 *Leczenie dysfunkcji narządu żucia i zaburzeń zwarcia.* Wydawnictwo Czelej, Lublin 2018.

Oleszek-Listopad J., Szymańska J.

2018 *Dysfunkcja układu ruchowego narządu żucia – aktualny stan wiedzy.* Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu 2018, 24 (2): 82-88.

Oleszek-Listopad J., Robak B., Szymańska J.

2019 *Etiologia i epidemiologia dysfunkcji układu ruchowego narządu żucia.* Hygeia Public Health 2019, 54 (2): 92-96.

Panek H., Śpikowska-Szostak J.

2009 *Wpływ stresu i cech osobowości na dysfunkcje skroniowo-żuchwowe i bruksizm na podstawie piśmiennictwa i badań własnych.* Dental and Medical Problems 2009; 46 (1): 11-16.

Pihut M., Kazana P., Wiśniewska G.

2011 *Ocena efektywności sonoforezy w leczeniu zaburzeń czynnościowych układu ruchowego narządu żucia.* Protetyka Stomatologiczna, 2011, 61 (2): 91-97.

Shinozaki EB., Fernandes dos Santos MB., Okazaki LK., Marchini L., Brugnara A.

2010 *Clinical assessment of the efficacy of low-level laser therapy on muscle pain in women with temporomandibular dysfunction, by surface electromyography.* Brazilian Journal of Oral Sciences 2010; 9 (4): 434-438.

Szyszkowska A., Hamwi R., Koliński P.

2011 *Zabiegi fizjoterapeutyczne stosowane w leczeniu stomatologicznym.* Implantoprotetyka 2011; 12 (1-2): 50-57.

Śliwiński Z., Sieroń A.

2014 *Miejsce współczesnej fizjoterapii w medycynie* [w:] Śliwiński Z., Sieroń A., Stanek A. (red.) *Wielka Fizjoterapia, Tom I*, Wydawnictwo Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2014.

Walocho J. (red.)

2013 *Anatomia prawidłowa człowieka. Szyja i głowa*. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2013.

Wałach A., Pihut M., Loster J.

2006 *Charakterystyka zabiegów fizjoterapeutycznych stosowanych w leczeniu pacjentów z zaburzeniami czynnościowymi narządu żucia*. *Protetyka Stomatologiczna* 2006; 56 (4): 274-281.

## PHYSIOTHERAPY IN THE TREATMENT OF DISORDERS OF THE STOMATOGNATHIC SYSTEM

**Abstract:** Physiotherapy is one of the branches of medicine in which we use physical factors and the patient's independent or assisted movement to improve, increase or restore fitness and independence in everyday life. The most commonly used division of physiotherapy is the one that divides it into: kine-siotherapy - treatment with movement, physical therapy - treatment with the use of physical factors and massage - treatment consisting in elastic deformation of tissues. The stomatognathic system is a morphological and functional syndrome consisting of: dento-alveolar syndrome (teeth with periodontium), dento-dental syndrome (arrangement of the upper and lower dental arch), articular syndrome (two temporomandibular joints) and other tissues present within the mouth (blood vessels, nerves, lymph vessels, salivary glands, etc.). Disorders within the above-mentioned structures are dealt with by dental physiotherapy, which is a relatively young and gaining popularity method of treating dysfunctions within the stomatognathic system. This work is a review of scientific reports in the field of physiotherapeutic methods used in the treatment of disorders of the motor system of the masticatory organ.

**Keywords:** physiotherapy, disorders, stomatognathic system

ISBN 978-83-67527-01-9