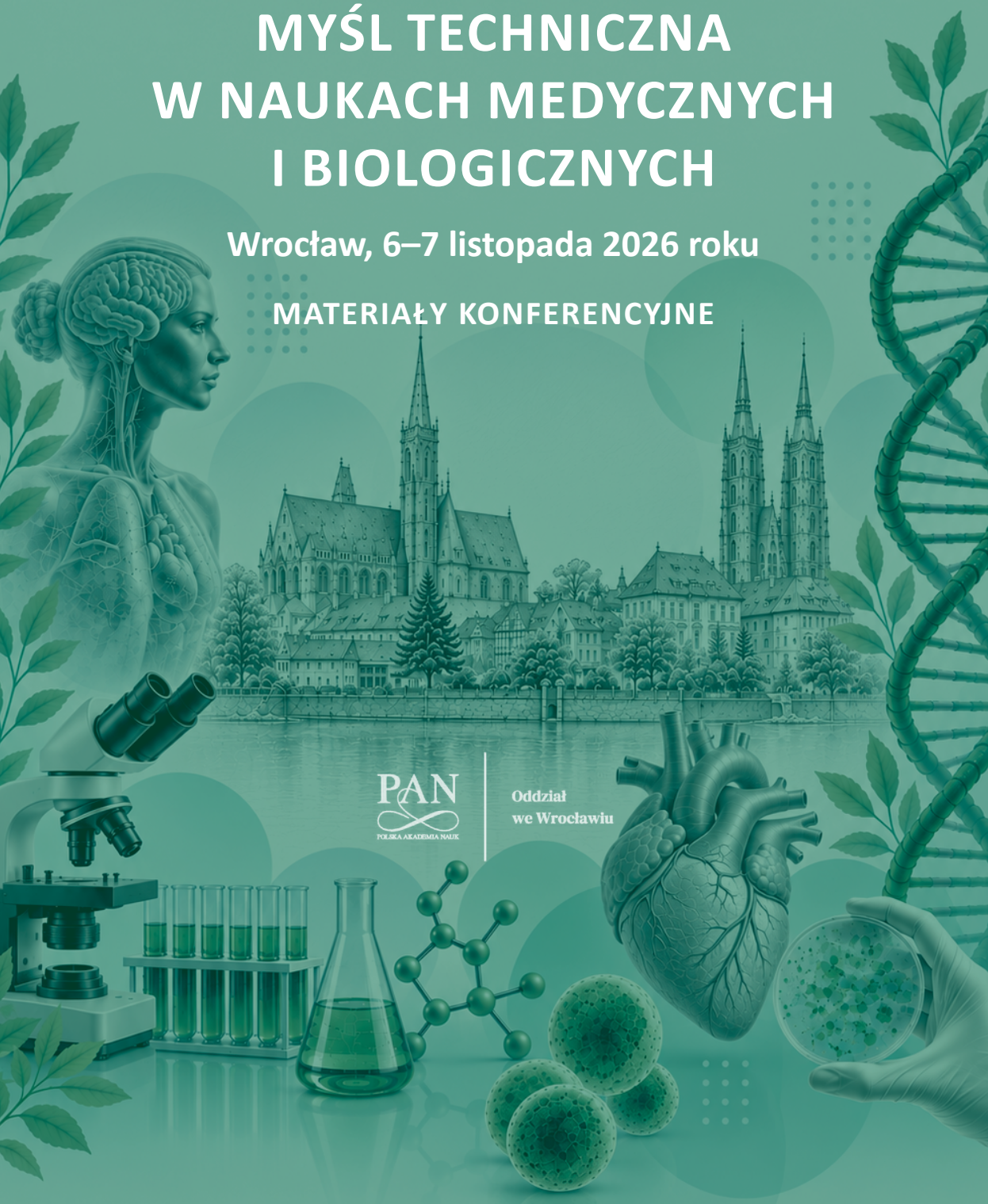


XV Sympozjum

WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

Wrocław, 6–7 listopada 2026 roku

MATERIAŁY KONFERENCYJNE



PAN
POLSKA AKADEMIA NAUK

Oddział
we Wrocławiu

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA
MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH
I BIOLOGICZNYCH

Organizator

Komisja Inżynierii Biomedycznej
Polska Akademia Nauk Oddział we Wrocławiu

Patronat

Prof. dr hab. Piotr Biler, czł. rzecz. PAN
Prezes Wrocławskiego Oddziału Polskiej Akademii Nauk

Dr hab. Tadeusz Stefaniak, prof. AWF
Rektor Akademii Wychowania Fizycznego im. Polskich Olimpijczyków we Wrocławiu

Współorganizatorzy

Akademia Wychowania Fizycznego im. Polskich Olimpijczyków we Wrocławiu
Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN im. Ludwika Hirszfelda
Politechnika Wrocławska
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Uniwersytet Wrocławski

Komitet Naukowy

Prof. dr hab. Waldemar Andrzejewski
Prof. dr hab. Romuald Będziński, czł. rzecz. PAN
Prof. dr hab. Jarosław Domaradzki
Prof. dr hab. Anna Chełmońska-Soyta
Prof. dr hab. Piotr Dziągpiel
Dr hab. Agnieszka Gizak, prof. UWr
Dr Agnieszka Gomułkiewicz, prof. UMW
Prof. dr hab. Bartosz Kempisty
Prof. dr hab. Katarzyna Kisiel-Sajewicz
Prof. dr hab. Piotr Młynarz
Prof. dr hab. Agnieszka Noszczyk-Nowak
Prof. dr hab. inż. Celina Pezowicz
Prof. dr hab. Marzenna Podhorska-Okolów
Prof. dr hab. Dariusz Rakus
Prof. dr hab. Marek Woźniewski

Komitet Organizacyjny

Przewodnicząca: prof. dr hab. Katarzyna Kisiel-Sajewicz

Wiceprzewodniczący: prof. dr hab. Dariusz Rakus

Prof. dr hab. Piotr Dziągpiel
Mgr Barbara Grudzevska-Walecka
Prof. dr hab. Waldemar Andrzejewski
Dr hab., prof. UWr Agnieszka Gizak
Dr Natalia Glatzel-Plucińska
Dr Agnieszka Gomułkiewicz, prof. UMW
Prof. dr hab. Piotr Młynarz
Mgr Tomasz Mikitów
Prof. dr hab. Agnieszka Noszczyk-Nowak
Prof. dr hab. inż. Celina Pezowicz
Prof. dr hab. Marzenna Podhorska-Okolów
Dr Magdalena Siemiatycka
Prof. dr hab. Marek Woźniewski

Komisja Inżynierii Biomedycznej

Polska Akademia Nauk Oddział we Wrocławiu



Oddział
we Wrocławiu

**XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA
MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH
I BIOLOGICZNYCH**

6–7 listopada 2026 roku

MATERIAŁY KONFERENCYJNE

Wrocław 2026

Spis treści

Bartosz Barzak, Katarzyna Kisiel-Sajewicz, Małgorzata Paprocka-Borowicz

**Efekty rehabilitacji pacjentów po udarze niedokrwiennym mózgu
w zależności od płci ■ 11**

Nella Baszyńska, Karol Marcuła, Sylwia Szotek

**Kierunkowe właściwości mechaniczne opony twardej rdzenia kręgowego
w odcinku szyjnym kręgosłupa ■ 13**

Roksana Brzeskot, Wiktoria Burczyńska, Agnieszka Mackiewicz

**Analiza numeryczna i optymalizacja personalizowanej protezy zewnętrznej
dla psa po resekcji kończyny przedniej ■ 15**

Joanna Bubak, Aleksandra Adam, Izabela Janus-Ziółkowska, Rafał Ciaputa,
Kacper Żebrowski, Małgorzata Kandefer, Stanisław Dzimira, Marcin Nowak,
Piotr Dziągiel, Aleksandra Piotrowska

**W poszukiwaniu markerów angiogenezy: ekspresja nestyny
w naczyniakomiesakach śledziony u psów – badania wstępne ■ 17**

Joanna Bubak, Zofia Marzec, Izabela Janus-Ziółkowska,
Agnieszka Noszczyk-Nowak

**Wykorzystanie obrazowania B-Flow w ocenie unaczynienia guzów serca
u psów – badania wstępne ■ 19**

Bartosz Budziak, Miłosz Ruszkowski, Dominika Drulis-Fajdasz, Dariusz Rakus

**Ekspresja wyłącznie dimerycznej muteiny mięśniowej
fruktozo-1,6-bisfosfatazy w mysich neuronach ■ 21**

Emilia Bury

**Gdy epigenetyka zawodzi: rola regulacji FOXP3
w niepowodzeniach ciąży ■ 23**

Barbara Cieślik

**Hybrydowa rehabilitacja kardiologiczna –
przegląd aktualnych doniesień ■ 25**

Piotr Dalecki, Karolina Wilińska, Urszula Czajkowska,
Justyna Marcuła, Sylwia Szotek

**Wpływ podatności wkładek drukowanych 3D na aktywność mięśniową
kończyn dolnych – badanie pilotażowe sEMG ■ 27**

Krzysztof Data, Dominika Żukowska, Artur Bryja, Dominika Domagała,
Julia Niebora, Natalia Penciak, Teresa Wysocka, Piotr Dzięgiel,
Maciej Bochenek, Roman Przybylski, Dariusz Janczak, Bartosz Kempisty
**Bioinformatyczna analiza ścieżek molekularnych
przemiany fibroblastów w miofibroblasty w zwłóknieniu serca ■ 29**

Aleksandra Dąbrowska, Aleksandra Kowaluk, Iwona Malicka
**Wirtualna rzeczywistość czy aktywność fizyczna?
Porównanie skuteczności interwencji wspierających dobrostan psychofizyczny
matek dzieci z diagnozą białaczki limfoblastycznej ■ 31**

Wojciech Derkowski, Ina Żabicka
**Predykcja poziomu funkcji poznawczych na podstawie spoczynkowego EEG
z wykorzystaniem interpretowalnych modeli uczenia maszynowego ■ 33**

Dominika Domagała, Artur Bryja, Natalia Glatzel-Plucińska, Aleksandra
Partyńska, Natalia Penciak, Julia Niebora, Krzysztof Data, Dominika Żukowska,
Małgorzata Błatkiewicz, Anna Olechnowicz, Karol Jopek,
Izabela Janus-Ziółkowska, Marcin Nowak, Maciej Bochenek, Roman Przybylski,
Dariusz Janczak, Maciej Zabel, Piotr Dzięgiel, Bartosz Kempisty
**Identyfikacja markerów molekularnych tkanki tłuszczowej okołonaczyniowej
metodą analizy transkryptomicznej ■ 35**

Magda Drewniak-Świtalska, Łukasz Berlicki, Paulina Fortuna,
Jacek Plewka, Benita Wiatrak, Małgorzata Krzystek-Korpaczka
**Foldamery peptydowe jako inhibitory punktu kontrolnego
układu immunologicznego CTLA-4 ■ 37**

Natalia Glatzel-Plucińska, Aleksandra Piotrowska, Piotr Dzięgiel
**Prognostyczne znaczenie ekspresji haspiny
w niedrobnokomórkowych rakach płuc ■ 39**

Oliwia Grzęda, Małgorzata Żak, Celina Pezowicz
**Analiza wpływu geometrii komórek elementarnych na rozkład naprężeń
w strukturach siatkowych implantów międzytrzonowych ■ 41**

Katarzyna Haczekiewicz-Leśniak, Piotr Dzięgiel, Aleksandra Piotrowska,
Agnieszka Gomułkiewicz, Aleksandra Partyńska, Magdalena Baran-Pelc,
Michał Kulus, Natalia Glatzel-Plucińska, Karolina Jabłońska,
Katarzyna Ratajczak-Wielgomas, Alicja Kmiecik, Katarzyna Ratajczak,
Agnieszka Rusak, Katarzyna Jagodzińska, Ewelina Iwaneczko,
Marta Migocka-Patrzałek, Rafał Matkowski, Marzenna Podhorska-Okołów
**Rola ekspresji wybranych białek procesu autofagii w relacji
do onkogenów i supresorów w inwazyjnym przewodowym raku
gruczołu piersiowego – badania wstępne ■ 43**

Natalia Herda, Piotr Młynarz

**Projekt benchmarku do oceny automatycznych metod przetwarzania
widm ^1H NMR w metabolomice ■ 46**

Margareta Jabłońska, Małgorzata Sotomska,
Małgorzata Krzystek-Korpacz, Tomasz Prószyński

**Kinaza tyrozynowa PTK2B jako nowy regulator
synaps nerwowo-mięśniowych ■ 48**

Aleksandra Janik, Anna Krześcińska-Nowacka

**Neurologopedia w postępującym porażeniu nadjądrowym –
możliwości współczesnej diagnostyki i monitorowania ■ 50**

Anna Janik-Krystowska

**Wpływ postawy ciała – techniczna szyja (smartfonowa)
na kształtowanie się mowy u dzieci w wieku szkolnym ■ 52**

Karolina Jasiurkowska, Szymon Ruchała

**Ocena parametrów mechanicznych konstrukcji szyny terapeutycznej
przeznaczonej do leczenia bruksizmu ■ 54**

Agnieszka Jędorowicz, Anna Krześcińska-Nowacka

**Integracja terapii ustno-twarzowej i fizjoterapii w kompleksowym
postępowaniu u pacjentki z mózgowym porażeniem dziecięcym
wymagających wentylacji mechanicznej – interdyscyplinarne podejście
we współczesnej rehabilitacji ■ 56**

Magdalena Kostka, Anna Krześcińska-Nowacka

**Obronność oralna u dzieci urodzonych przedwcześnie –
wyzwanie współczesnej rehabilitacji ■ 58**

Aleksandra Krala, Anna Nikodem, Celina Pezowicz

**Kolagen pod obciążeniem:
struktura i mechanika ścięgien i więzadeł świni ■ 60**

Marta Krupa, Julia Skorupa, Julia Gwara, Maja Lotka, Agata Rupińska,
Dominika Skarupska, Kalina Zasada, Kornelia Zimna, Maja Pawelec,
Roksana Brzeskot, Sara Niemiec, Weronika Jakubowiak, Wiktoria Burczyńska,
Joanna Tomasiak, Martyna Dalecka-Sobańska, Wiktor Frąckowiak,
Agnieszka Mackiewicz

**„FizjoKids – małe kroki, wielkie postępy” –
wyniki badań przesiewowych ■ 62**

Anna Krześcińska-Nowacka, Agata Trafalska, Beata Kaczmarek-Wdowiak
**Postępowanie neurologopedyczne u pacjentów z SLA –
w świetle współczesnych możliwości terapeutycznych ■ 64**

Błażej Łukianowski, Magdalena Szydłowicz,
Żaneta Zajączkowska, Wiesława Duszyńska, Marta Kicia
**Występowanie *Pneumocystis jirovecii* w drogach oddechowych
pacjentów wentylowanych mechanicznie
na Oddziale Intensywnej Terapii ■ 66**

Agnieszka Mackiewicz, Izabela Janus-Ziółkowska, Justyn Gach,
Iwona Staniszevska, Tomasz Klekiel, Agnieszka Noszczyk-Nowak
**Ocena wytrzymałości mechanicznej strun ścięgniastych u psa
ze zdiagnozowaną chorobą zwyrodnieniową zastawki mitralnej
z wykorzystaniem badań eksperymentalnych i numerycznych ■ 68**

Justyna Marcula, Oliwia Kędzior, Celina Pezowicz
**Ocena wpływu parametrów termicznych druku 3D PEEK
na właściwości użytkowe do zastosowań biomedycznych ■ 70**

Justyna Marcula, Anna Nikodem, Sylwia Szotek, Celina Pezowicz
**Wpływ starzenia UV na właściwości polimerów o dużej odkształcalności
do zastosowań protetycznych ■ 72**

Bartosz Martyniuk, Dominika Rejniak, Karolina Apanel,
Piotr Morasiewicz, Jarosław Filipiak
**Ocena możliwości zastosowania w konstrukcji stabilizatora Ilizarowa
pierścieni wytwarzanych przyrostowo z tworzyw sztucznych ■ 74**

Julia Niebora, Aleksandra Partyńska, Dominika Żukowska,
Natalia Penciak, Dominika Domagała, Krzysztof Data,
Aleksandra Piotrowska, Aleksandra Stępień, Dariusz Janczak,
Teresa Wysocka, Piotr Dzięgiel, Bartosz Kempisty
**Transportery sodowo-glukozowe SGLT1 i SGLT2 w mięśniu sercowym świni –
analiza ich znaczenia biologicznego ■ 76**

Sara Niemiec, Roksana Brzeskot, Wiktoria Burczyńska,
Nikola Szyfter, Jagoda Kurowiak, Tomasz Klekiel
**Wpływ modyfikacji hydrożeli alginianowych żelatyną i PVP
na optymalizację ich właściwości fizykochemicznych
pod kątem zastosowań biomedycznych ■ 78**

Karolina Pawlik, Konrad Proske, Izabela Patyk,
Maciej Antkiewicz, Magdalena Kobielarz
**Charakterystyka mechaniczna ekspandowanego politetrafluoroetylenu
stosowanego w produkcji stentgraftów aortalnych.
Badania eksperymentalne i analiza numeryczna ■ 80**

Marzena Puksza-Kulińska, Anna Krzesińska-Nowacka
**Zabiegi medycyny estetycznej a funkcje orofacjalne – wyzwania
diagnostyczne i terapeutyczne z perspektywy logopedii ■ 83**

Hanna Pużyńska, Adam Kozakiewicz, Wiktor Wojnar, Marek Pużyński
**Ocena zgodności interpretacji zdjęć pantomograficznych
przez lekarza dentystę, studenta stomatologii, stażystę oraz system AI –
badanie pilotażowe za pomocą programu Prodentis ■ 85**

Michał Pużyński, Marek Pużyński
**Automatyczna segmentacja tkanek twardych i miękkich w obrazach CBCT –
zastosowanie kliniczne systemu 5D z ClearBone (Ray Co., Ltd.) ■ 87**

Adrianna Pyra, Adam Junka, Piotr Młynarz
Wykorzystanie odpadów bawełnianych przez larwy *Galleria mellonella* ■ 89

Magdalena Siemiatycka, Łukasz Kamiński, Joanna Mencil,
Katarzyna Kisiel-Sajewicz
**Trening mentalny a kontrola relaksacji mięśni szkieletowych:
od aktywności kory mózgu do aktywności mięśni szkieletowych ■ 91**

Weronika Skorupińska, Adam Junk, Piotr Młynarz
**Porównawcza analiza metabolomiczna toksyczności nanocząstek srebra
i złota u larw organizmu modelowego *Galleria mellonella* ■ 93**

Przemysław Stróżyk
**Zastosowanie cyfrowej korelacji obrazu do oceny aktywności mięśnia
skroniowego *in vivo* podczas jednostronnego żucia – badanie wstępne ■ 95**

Sławomir Sujecki, Łukasz Sójka, Łukasz Pajewski, Angela Seddon,
Mark Farries, David Furniss, Samir Lamrini
**Koherentne źródła średniej podczerwieni do zastosowań
w medycynie i biologii ■ 102**

Klaudia Szkoda-Poliszuk, Justyna Marcula, Celina Pezowicz
**Wpływ powłoki ceramicznej na zużycie cierne
w nadążnym węźle kinematycznym typu śruba–pręt
stosowanym w stabilizacji kręgosłupa ■ 104**

Bartosz Sznek, Nikola Ciepiela, Alicja Bartkowska-Śniatkowska,
Andrzej Czyrski

**Zastosowanie modeli obliczeniowych w opracowaniu metody HPLC
oznaczania wankomycyny w osoczu ■ 107**

Miłosz Tchorowski, Katarzyna Kisiel-Sajewicz

**Wzmocnienie poaktywacyjne a nerwowo-mięśniowe mechanizmy
kontroli maksymalnej siły skurczu dowolnego młodych osób ■ 109**

Andrzej Teisseyre, Anna Palko-Łabuz, Olga Wesołowska,
Martyna Perz, Anna Uryga, Kamila Środa-Pomianek

**Modulacja aktywności napięciowo-zależnych kanałów potasowych
typu Kv1.3 przez flawonoidy: kwercetynę i morynę ■ 111**

Joanna Wietrzyńska, Karolina Jasiurkowska,
Justyna Marcuła, Sylwia Szotek

**Projekt spersonalizowanych wkładek do butów stosowanych
w korekcji płaskostopia – doświadczalna charakterystyka materiałów
i numeryczna ocena odpowiedzi mechanicznej wkładek ■ 113**

Olga Wójcicka, Teresa De Cicco, Lara-Jane Kepser,
Marco Rust, Tomasz J. Prószyński

CAP2 w układzie nerwowo-mięśniowym ■ 115

Karol Zagórski, Szymon Czerski, Anna Markiewicz,
Bożena Romanowska-Dixon, Piotr Donizy

**Zastosowanie modeli uczenia maszynowego w prognozowaniu przebiegu
klinicznego czerniaków błony naczyniowej oka
na podstawie wielkoformatowych skanów histopatologicznych ■ 117**

Małgorzata Żak

**Wpływ wybranych płynów infuzyjnych na właściwości mechaniczne
i stopień uwodnienia krążka międzykręgowego ■ 119**

Kacper Żebrowski, Małgorzata Kandefer, Rafał Ciaputa,
Izabela Janus-Ziółkowska, Joanna Bubak, Ewa Sawińska,
Alicja Tomaszek, Marcin Nowak, Stanisław Dzimira

**Zastosowanie mikroskopii polaryzacyjnej w identyfikacji materiału szewnego
w ścianie pęcherza moczowego u kotki – opis przypadku ■ 121**

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Efekty rehabilitacji pacjentów po udarze niedokrwiennym mózgu w zależności od płci

**BARTOSZ BARZAK¹, KATARZYNA KISIEL-SAJEWICZ¹,
MAŁGORZATA PAPROCKA-BOROWICZ²**

¹ Katedra Fizjoterapii w Dysfunkcjach Układu Ruchu i Kinezylogii, Wydział Fizjoterapii,
Akademia Wychowania Fizycznego im. Polskich Olimpijczyków we Wrocławiu

² Oddział Rehabilitacji Neurologicznej Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego we Wrocławiu
bartosz.barzak@awf.wroc.pl

Słowa kluczowe: neurorehabilitacja, proprioceptywne torowanie nerwowo-mięśniowe ruchu,
terapia lustrzana

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Dotychczasowe badania wskazują, że efekty rehabilitacji kończyny górnej po udarze mózgu mogą różnić się w zależności od płci [1], jednak dane dotyczące sprawności kończyny górnej i siły chwytu pozostają ograniczone. Celem pracy była ocena różnic międzypłciowych w efektach czterotygodniowej rehabilitacji z zastosowaniem proprioceptywnego torowania nerwowo-mięśniowego ruchu (PNF), PNF w połączeniu z terapią lustrzaną oraz PNF w połączeniu z terapią lustrzaną i suplementacją witaminą D3 u pacjentów po udarze niedokrwiennym mózgu. Na podstawie przeglądu literatury postawiono hipotezę badawczą, że wystąpią różnice międzypłciowe w efektach czterotygodniowej rehabilitacji w zależności od zastosowanego wariantu interwencji.

Materiały i metody

Badaniem objęto 60 pacjentów (wiek 63 ± 8 lat; BMI $26,73 \pm 3,93$ kg/m²). Grupa proprioceptywnego torowania nerwowo-mięśniowego ruchu (PNF) obejmowała 14 mężczyzn i 6 kobiet, grupa PNF z terapią lustrzaną – 13 mężczyzn i 7 kobiet, a grupa PNF z terapią lustrzaną i suplementacją witaminą D3 – 12 mężczyzn i 8 kobiet.

Oceniono zmiany wyników skali Barthel, kwestionariusza DASH i siły chwytu obu rąk. W każdej grupie porównano wielkość zmian między kobietami i mężczyznami. Zastosowano test u Manna–Whitneya lub test t-Studenta dla prób niezależnych ($\alpha = 0,05$). Wielkość efektu oceniano za pomocą d Cohena lub wskaźnika r.

Wyniki

W porównaniu wielkości zmian parametrów między kobietami i mężczyznami w grupie PNF uzyskano następujące wyniki: Barthel ($p = 0,24$; $r = 0,26$), DASH ($p = 0,50$; d Cohena = 0,34), dynamometria prawej kończyny górnej ($p = 0,98$; d Cohena = 0,01) oraz lewej kończyny górnej ($p = 0,65$; $r = 0,10$). W grupie PNF z terapią lustrzaną: Barthel ($p = 0,34$; $r = 0,21$), DASH ($p = 0,06$; $r = 0,40$), dynamometria prawej kończyny górnej ($p = 0,39$; d Cohena = 0,41) oraz lewej kończyny górnej ($p = 0,14$; $r = 0,32$). W grupie PNF z terapią lustrzaną i suplementacją witaminą D3: Barthel ($p = 0,91$; $r = 0,02$), DASH ($p = 0,97$; $r = 0,01$), dynamometria prawej kończyny górnej ($p = 0,41$; $r = 0,14$) oraz lewej kończyny górnej ($p = 0,97$; $r = 0,57$).

Wnioski

Efekty czterotygodniowej rehabilitacji w zakresie samodzielności funkcjonalnej, sprawności kończyny górnej i siły chwytu nie różniły się istotnie między kobietami i mężczyznami w żadnym z zastosowanych wariantów interwencji.

Piśmiennictwo

1. F.A. Coupar, Pollock, C. Rowe, Weir, Langhorne, Predictors of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis, Clin Rehabil, 2012, 26(4): 291–313; DOI: 10.1177/0269215511420305.

Kierunkowe właściwości mechaniczne opony twardej rdzenia kręgowego w odcinku szyjnym kręgosłupa

NELLA BASZYŃSKA¹, KAROL MARCULA², SYLWIA SZOTEK²

¹ Politechnika Wrocławska, Wydział Podstawowych Problemów Techniki,
kierunek Inżynieria Biomedyczna, specjalność Biomechanika Inżynierska

² Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny,
Katedra Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej
sylwia.szotek@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: odcinek szyjny, opona twarda rdzenia kręgowego, właściwości mechaniczne

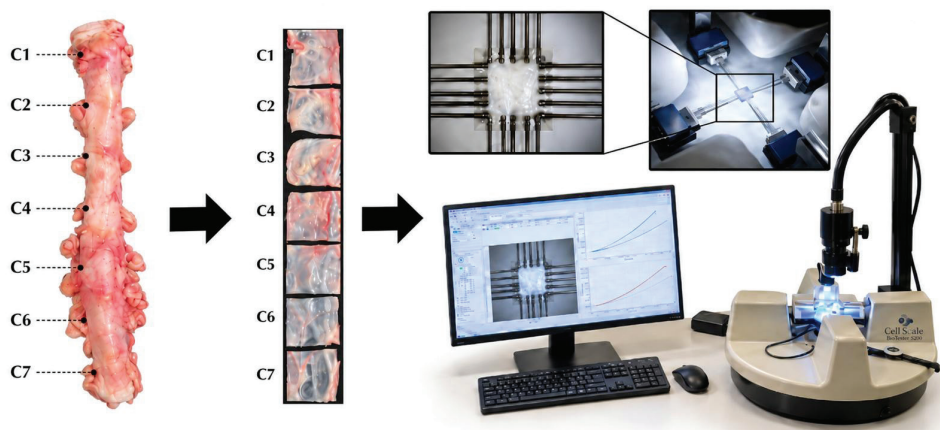
PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Opona twarda rdzenia kręgowego stanowi kolagenową tkankę łączną uczestniczącą w ochronie rdzenia oraz przenoszeniu obciążeń w kanale kręgowym. Ze względu na organizację włókien kolagenowych jej odpowiedź mechaniczna zależy od kierunku obciążenia [1, 2]. Celem pracy była ocena kierunkowych właściwości mechanicznych świńskiej opony twardej rdzenia kręgowego w odcinku szyjnym kręgosłupa.

Materiały i metody

Badania przeprowadzono na materiale pozyskanym pośmiertnie od 3 świń domowych. Przygotowano 42 kwadratowe próbki (7×7 mm) z poziomów C1–C7, ze strony brzusznej i grzbietowej rdzenia. Grubość próbek mierzono śrubą mikrometryczną. Testy dwuosiowego rozciągania do zerwania wykonano w roztworze soli fizjologicznej z użyciem BioTestera 5000, po 3 cyklach prekondukcjonowania, przy prędkości ok. 2 mm/min. Wyznaczono wartości współczynnika sztywności (k), pozornego modułu Younga (E), wytrzymałości na rozciąganie (σ_{UTS}) oraz maksymalnego odkształcenia (ϵ_{max}).



Rys. 1. Przygotowanie próbek opony twardej rdzenia kręgowego do testów dwuosiowego rozciągania

Wyniki

Badana opona twarda wykazywała nieliniową i kierunkowo zależną odpowiedź mechaniczną. W kierunku obwodowym uzyskano większe wartości sztywności, pozornego modułu Younga i wytrzymałości na rozciąganie niż w kierunku osiowym; różnice wynosiły odpowiednio ok. 60%, 88% i 41%. Średnie wartości E wynosiły ok. 44 MPa dla kierunku obwodowego i 23 MPa dla osiowego, natomiast σ_{UTS} odpowiednio ok. 7,3 MPa i 5,2 MPa. Dodatkowo próbki pobrane ze strony grzbietowej były ok. 19% grubsze niż te pobrane ze strony brzusznej.

Wnioski

Opona twarda rdzenia kręgowego w odcinku szyjnym wykazuje właściwości anizotropowe. Większe wartości parametrów w kierunku obwodowym wskazują na kierunkowe wzmocnienie struktury związane z organizacją włókien kolagenowych. Uzyskane dane mogą wspierać modelowanie konstytutywne oraz projektowanie substytutów opony twardej.

Piśmiennictwo

1. S. Szotek, J. Dawidowicz, M. Geniusz, M. Kozak, R. Łukomski, A. Czogalla, The biomechanical characteristics of spinal dura mater in the context of its basic morphology, *Acta Bioeng Biomech*, 2021, 23(4), 149–159; DOI: 10.37190/ABB-01972-2021-02.
2. M. Evin, P. Sudres, P. Weber, Y. Godio-Rabouet, P.-J. Arnoux, E. Wagnac, Y. Petit, Y. Tillier, Experimental bi-axial tensile tests of spinal meningeal tissues and constitutive models comparison, *Acta Biomater*, 2022, 140, 446–456; DOI: 10.1016/j.actbio.2021.11.028.

Analiza numeryczna i optymalizacja personalizowanej protezy zewnętrznej dla psa po resekcji kończyny przedniej

ROKSANA BRZESKOT, WIKTORIA BURCZYŃSKA, AGNIESZKA MACKIEWICZ

Uniwersytet Zielonogórski
roksanabrzeskot@gmail.com

Słowa kluczowe: badania wytrzymałościowe, biomechanika, metoda elementów skończonych, protezy weterynaryjne

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Obecnie obserwuje się rosnące zainteresowanie projektowaniem protez kończyn dla psów oraz ich wykorzystaniem w praktyce klinicznej. W przypadkach, gdy amputacja jest jedynym możliwym rozwiązaniem, protezy mogą stanowić alternatywę dla eutanazji [1].

Celem pracy było zaprojektowanie i wykonanie spersonalizowanej protezy zewnętrznej dla psa po amputacji kończyny piersiowej oraz ocena jej wytrzymałości z wykorzystaniem metody elementów skończonych (MES).

Materiały i metody

Obiektem badań był siedmioletni pies rasy mieszanej o imieniu „Krokus”, po amputacji kończyny piersiowej na poziomie przedramienia. Ze względu na stan zdrowia zwierzęcia nie było możliwe wykonanie badań obrazowych umożliwiających precyzyjne dopasowanie protezy, dlatego zastosowano wymiarowanie manualne. Na podstawie uzyskanych wymiarów opracowano modele geometryczne protez w programie SolidWorks, a następnie wykonano je metodą druku 3D w technologii FDM. Przed wytworzeniem przeprowadzono analizę numeryczną z wykorzystaniem metody elementów skończonych w środowisku Ansys Workbench, oceniając rozkład naprężeń i zachowanie konstrukcji pod obciążeniem. Właściwości materiałowe wykorzystane w analizie wyznaczono na podstawie statycznej prójędnoosiowego roz-

ciągania wykonanej na maszynie wytrzymałościowej Zwick Roell. Ze względów behawioralnych konieczne było przeprowadzenie procesu optymalizacji konstrukcji w wyniku, którego opracowano i wykonano trzy warianty protezy.

Wyniki i wnioski

W wyniku analiz numerycznych potwierdzono wytrzymałość mechaniczną każdego wariantu protezy. Przeprowadzone badania pokazują, że połączenie projektowania inżynierskiego, szybkiego prototypowania oraz symulacji numerycznych stanowi skuteczne narzędzie w rozwoju nowoczesnych rozwiązań z zakresu protetyki weterynaryjnej.

Piśmiennictwo

1. P.G. Arauz, P. Chiriboga, M.G. García, I. Kao, E.A. Díaz, New technologies applied to canine limb prostheses: a review, *Vet World*, 2021, 14(10): 2793–2802; DOI: 10.14202/vetworld.2021.2793-2802.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

W poszukiwaniu markerów angiogenezy: ekspresja nestyny w naczyniakomięsakach śledziona u psów – badania wstępne

**JOANNA BUBAK¹, ALEKSANDRA ADAM², IZABELA JANUS-ZIÓŁKOWSKA¹,
RAFAŁ CIAPUTA¹, KACPER ŻEBROWSKI¹, MAŁGORZATA KANDEFER¹,
STANISŁAW DZIMIRA¹, MARCIN NOWAK¹, PIOTR DZIĘGIEL³,
ALEKSANDRA PIOTROWSKA³**

¹ Katedra Patologii, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

² Specjalistyczna Przychodnia Weterynaryjna Interwet we Wrocławiu

³ Katedra i Zakład Histologii i Embriologii,
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
joanna.bubak@upwr.edu.pl

Słowa kluczowe: naczyniak, naczyniakomięsak, nestyna, nowotwór, pies

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Naczyniakomięsak (hemangiosarcoma) śledziona u psów jest złośliwym nowotworem pochodzenia naczyniowego, charakteryzującym się wysokim potencjałem przerzutowym. Istotnym elementem mikrośrodowiska tego nowotworu są komórki śródbłonna tworzące ścianę naczyń. Badania w zakresie medycyny człowieka wskazują, że nestyna – białko z grupy filamentów pośrednich – stanowi marker aktywowanego śródbłonna oraz naczyń powstających w procesie angiogenezy nowotworowej. Sugeruje się jej związek z wysokim stopniem złośliwości, neoangiogenezą oraz przerzutowaniem. Dane dotyczące jej ekspresji i znaczenia u psów są wciąż ograniczone. Celem badania była ocena obecności i rozmieszczenia ekspresji nestyny w komórkach śródbłonna naczyń z naczyniakomięsaka śledziona u psów oraz porównanie uzyskanego obrazu z naczyniakami (haemangioma) i tkanką prawidłową.

Materiały i metody

Materiał badawczy stanowiło 40 próbek tkanki śledziony psów: 20 naczyńiakomięsaków (*hemangiosarcoma*), 10 naczyńiaków (*haemangioma*), 10 prawidłowych śledzion (grupa kontrolna).

Po wstępnej weryfikacji histopatologicznej w barwieniu hematoksyliną i eozyną (H&E), wykonano badanie immunohistochemiczne (IHC). Reakcję z użyciem przeciwciała przeciw nestynie oceniano jakościowo, analizując obecność lub brak jej ekspresji w komórkach śródbłonna naczyń.

Wyniki

W grupie naczyńiakomięsaków zaobserwowano wyraźnie większe zagęszczenie naczyń krwionośnych wykazujących dodatnią reakcję immunohistochemiczną w porównaniu do naczyńiaków oraz tkanki prawidłowej, w których ekspresja występowała w mniejszej liczbie naczyń. Uzyskane wyniki wskazują na częstsze występowanie ekspresji nestyny w śródbłonku naczyń naczyńiakomięsaka śledziony u psów.

Wnioski

Nestyna wykazuje wyraźną ekspresję w śródbłonku naczyń naczyńiakomięsaka śledziony u psów, co może odzwierciedlać procesy neoangiogenezy w tym typie nowotworu. Obserwowane różnice stanowią punkt wyjścia do dalszych analiz, obejmujących planowaną ocenę gęstości mikronaczyń (MVD, ang. microvessel density) oraz porównanie z ekspresją innych markerów naczyńiowych CD31, CD34, vWF.

Wykorzystanie obrazowania B-Flow w ocenie unaczynienia guzów serca u psów – badania wstępne

**JOANNA BUBAK¹, ZOFIA MARZEC², IZABELA JANUS-ZIÓŁKOWSKA¹,
AGNIESZKA NOSZCZYK-NOWAK²**

¹ Katedra Patologii, Wydział Medycyny Weterynaryjnej,
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

² Katedra Chorób Wewnętrznych z Kliniką Koni, Psów i Kotów,
Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
joanna.bubak@upwr.edu.pl

Słowa kluczowe: B-flow, badanie ultrasonograficzne, chemodectoma, guzy serca

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Guzy serca u psów występują stosunkowo rzadko i mogą stanowić wyzwanie diagnostyczne, szczególnie w przypadku zmian zlokalizowanych u podstawy serca. Ocena ich unaczynienia może dostarczyć dodatkowych informacji dotyczących wewnętrznej architektury. B-Flow jest techniką ultrasonograficzną umożliwiającą wizualizację przepływu krwi poprzez detekcję ruchomych elementów krwi, potencjalnie pozwalającą na uwidocznienie wolnego i niskooporowego przepływu, który może być mniej wyraźny w konwencjonalnym obrazowaniu Color Doppler.

Celem pracy była wstępna ocena przydatności techniki B-Flow w obrazowaniu unaczynienia guzów serca u psów oraz porównanie uzyskanego obrazu przepływu z obrazowaniem Color Doppler.

Materiały i metody

Badaniu poddano trzy psy, u których w badaniu echokardiograficznym stwierdzono zmiany rozrostowe w okolicy podstawy serca. Po standardowym badaniu przekłatkowym, wykonano szczegółową ocenę z wykorzystaniem głowicy liniowej. Analizowano morfologię i echogeniczność zmian w obrazie B-mode oraz ich unaczy-

nienie przy użyciu Color Doppler i B-Flow, ze szczególnym uwzględnieniem obecności, rozmieszczenia i charakteru sygnałów przepływu.

Wyniki

B-Flow umożliwił uwidocznienie dodatkowych sygnałów przepływu wewnątrz zmian w porównaniu z Color Doppler, szczególnie w obszarach o mniej wyraźnym przepływie. Uzyskany obraz sugerował obecność bardziej złożonej sieci naczyniowej, potencjalnie obejmującej naczynia o wolnym przepływie i niskim oporze. Szczególnie interesujący wzorec obserwowano w zmianach odpowiadających obrazem chemodectoma. W opcji B-flow widoczny był obwodowy wzorec unaczynienia (*peripheral vascular pattern*), w którym sygnały naczyniowe oplatały i otaczały zmiany (wzorec koszyczkowaty).

Wnioski

B-Flow może stanowić wartościowe uzupełnienie echokardiografii i obrazowania dopplerowskiego w ocenie unaczynienia guzów serca u psów. Ograniczeniami badania są niewielka liczba przypadków, ograniczona penetracja głowicy liniowej, brak systematycznej korelacji histopatologicznej oraz podatność B-Flow na artefakty ruchowe. Dalsze badania są konieczne do oceny jego rzeczywistej wartości diagnostycznej.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Ekspresja wyłącznie dimerycznej muteiny mięśniowej fruktozo-1,6-bisfosfatazy w mysich neuronach

BARTOSZ BUDZIAK¹, MIŁOSZ RUSZKOWSKI², DOMINIKA DRULIS-FAJDASZ¹,
DARIUSZ RAKUS¹

¹ Uniwersytet Wrocławski, Wydział Nauk Biologicznych

² Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk
281891@uwr.edu.pl

Słowa kluczowe: 6-bisfosfataza, CaMKII α , CryoEM, fruktozo-1, interakcja białko-białko,
neurony, pamięć

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Celem pracy było przeprowadzenie nadekspresji mięśniowej fruktozo-1,6-bisfosfatazy (Fbp2) w mysich neuronach i zbadanie wpływu na kinazę aktywowaną kalmoduliną (CaMKII α), kluczową w procesach pamięci [1]. Sprawdzony został także wpływ zahamowania Fbp2 przez inhibitor syntetyczny na strukturę tego białka.

Materiały i metody

Pierwotne hodowle neuronów były transdukowane wektorem lentiwirusowym. Neurony były obserwowane przyżyciowo, bądź utrwalane celem wykonania analiz immunocytochemicznych, bądź przygotowywany był w nich homogenat na analizę western blot. W komórek bakteryjnych w ramach ekspresji heterologicznej pozyskiwane i oczyszczane było ludzkie FBP2 typu dzikiego. Białko było inkubowane z inhibitorem syntetycznym i witryfikowane na potrzeby CryoEM. Filmy wykonane były mikroskopem Krios, ich analiza przeprowadzona programem CryoSparc, a budowa modelu białka przeprowadzona została z użyciem programów ModelAngelo, Coot i Phenix.

Wyniki

Transdukcja zapewniała wzrost wewnątrzkomórkowego stężenia typu dzikiego i wyłącznie dimerycznego wariantu FBP2. Neurony przeprowadzające nadekspresję wariantu dimerycznego cechowały się wyższym poziomem aktywacji CaMKII α , a jej poziom nie spadał pod wpływem zastosowania inhibitora syntetycznego FBP2. Inhibitor syntetyczny wywołał zmianę konformacji FBP2 identyczną do tej, która opisana została w przypadku AMP [2], a na którą odporna jest forma wyłącznie dimeryczna FBP2. Wyłączne dimery FBP2 dodatkowo w większym stopniu lokalizowały się w cytoplazmie i kolokalizowały z mitochondriami w porównaniu z typem dzikim.

Wnioski

Forma dimeryczna FBP2 jest kluczowa w interakcji z CaMKII α , która stymuluje aktywację tej kluczowej w procesach pamięci kinazy.

Piśmiennictwo

1. P. Duda, T. Wójtowicz, J. Janczara, D. Krowarsch, A. Czyrek, A. Gizak, D. Rakus, Fructose 1,6-Bisphosphatase 2 Plays a Crucial Role in the Induction and Maintenance of Long-Term Potentiation, *Cells*, 2020, 9(6), 1375; DOI: 10.3390/cells9061375.
2. J. Barciszewski, J. Wiśniewski, R. Kołodziejczyk, M. Jaskólski, D. Rakus, A. Długaj, T-to-R switch of muscle fructose-1,6-bisphosphatase involves fundamental changes of secondary and quaternary structure, *Acta Crystallogr D Struct Biol*, 2016, 72(Pt 4), 536–550; DOI: 10.1107/S2059798316001765.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Gdy epigenetyka zawodzi: rola regulacji FOXP3 w niepowodzeniach ciąży

EMILIA BURY

Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej im. Ludwika Hirszfelda PAN,
Laboratorium Immunologii Rozrodu
bury463@gmail.com

Słowa kluczowe: CNS2, FOXP3, ciąża, epigenetyka, immunologia, implantacja, limfocyty Treg, metylacja, niepowodzenia reprodukcji

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Prawidłowy przebieg ciąży wymaga precyzyjnego dostosowania odpowiedzi immunologicznej matki, umożliwiającego jednocześnie rozwój płodu i utrzymanie jego immunologicznej tolerancji. Jednym z kluczowych elementów tego procesu są limfocyty T regulatorowe (Treg), których funkcjonalność i stabilność fenotypowa pozostają w ścisłym związku z ekspresją genu *Foxp3*. Choć informacja genetyczna pozostaje niezmienna, jej wykorzystanie może podlegać dynamicznym zmianom zależnym od mechanizmów epigenetycznych.

Celem pracy było przedstawienie znaczenia epigenetycznej regulacji FOXP3 oraz funkcjonowania limfocytów Treg w kształtowaniu tolerancji immunologicznej podczas ciąży i określenie potencjalnych konsekwencji zaburzenia tych mechanizmów dla przebiegu ciąży. Szczególną uwagę poświęcono metylacji DNA, modyfikacjom histonów oraz regulacji potranskrypcyjnej, które wspólnie wpływają na poziom i stabilność ekspresji FOXP3. Zaburzenia epigenetycznej kontroli tego genu może prowadzić do utraty stabilności Treg i zaburzenia równowagi immunologicznej, stanowiąc potencjalny element patogenezy nieprawidłowej implantacji, nawracających utrat ciąży oraz stanu przedrzucawkowego.

Kluczowe ustalenia

Szczególne znaczenie przypisuje się regionowi CNS2 genu *Foxp3*, którego właściwy stan epigenetyczny jest związany z utrzymaniem stabilnej ekspresji FOXP3 i funk-

cji Treg. Obecność tego konserwowanego elementu regulatorowego u ssaków łożyskowych może wskazywać na jego znaczenie w ewolucyjnym kształtowaniu mechanizmów immunologicznych wspierających ciążę łożyskową.

Wnioski

Analiza dostępnych danych wskazuje, że epigenetyka nie stanowi jedynie dodatkowego poziomu regulacji ekspresji genów, lecz może być istotnym mechanizmem warunkującym immunologiczną równowagę niezbędną do prawidłowej implantacji i utrzymania ciąży. Zaburzenia tej regulacji mogą zatem stanowić potencjalny mechanizm łączący nieprawidłowości molekularne z klinicznymi konsekwencjami niepowodzeń reprodukcyjnych.

Piśmiennictwo

1. S.Z. Josefowicz, A. Rudensky, Control of regulatory T cell lineage commitment and maintenance, *Immunity*, 2009, 30(5), 616–625; DOI: 10.1016/j.immuni.2009.04.009.
2. S. Hori, Lineage stability and phenotypic plasticity of Foxp3+ regulatory T cells, *Immunol Rev*, 2014, 259(1), 159–172; DOI: 10.1111/imr.12175.
3. X. Ma, X. Chen, X. Mu, M. Cao, Y. Zhang, Epigenetics of maternal-fetal interface immune microenvironment and placental related pregnancy complications, *Front Immunol*, 2025, 16, 1549839; DOI: 10.3389/fimmu.2025.1549839.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Hybrydowa rehabilitacja kardiologiczna – przegląd aktualnych doniesień

BARBARA CIEŚLIK

Collegium Witelona Uczelnia Państwowa w Legnicy,
Wydział Nauk o Zdrowiu i Kulturze Fizycznej, Zakład Fizjoterapii
basia_cies_86@wp.pl

Słowa kluczowe: rehabilitacja hybrydowa, schorzenia kardiologiczne, wydolność fizyczna

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Amerykańskie Towarzystwo Kardiologiczne (ang. *American Heart Association*, AHA), w swoich opiniach wspiera stosowanie telemedycyny i podejść cyfrowych w ramach ścieżek opieki kardiologicznej, w tym zdalnych i hybrydowych modeli rehabilitacji [1]. Hybrydowa telerehabilitacja kardiologiczna (ang. *hybrid cardiac telerehabilitation*, HCT), która łączy nadzorowany trening na miejscu w ośrodku ze zdalnie monitorowanymi sesjami domowymi, okazała się obiecującym modelem realizacji programów ćwiczeń fizycznych w różnych populacjach pacjentów z chorobami układu sercowo-naczyniowego [2]. Celem pracy jest przedstawienie aktualnych doniesień naukowych dotyczących bezpieczeństwa i skuteczności hybrydowej rehabilitacji kardiologicznej. Przeszukano bazy PubMed i Google Scholar w celu identyfikacji oryginalnych artykułów naukowych dotyczących bezpieczeństwa i skuteczności hybrydowej rehabilitacji kardiologicznej. Po wykluczeniu duplikatów, systematycznych przeglądów piśmiennictwa i metaanaliz analizą objęto 26 artykułów opublikowanych w latach 2015–2026.

Kluczowe ustalenia

Analizowane artykuły dotyczyły min. chorowieńcowej, wad wrodzonych serca, niewydolności czy zawału serca. Badaniami zostały objęte osoby wieku 13 lat i starsze, a liczebność grup wahała się od 21 do 773 pacjentów. Do analiz kwalifikowano jednocześnie mężczyzn i kobiety, ale w 3 badaniach rekrutowano tylko kobiety a w 2 tylko mężczyzn. Większości opisywanych badań porównywała rehabilitacja

hybrydową i stacjonarną. Oceniano takie parametry jak poziom wydolnořci fizycznej, jakořć ęycia, ryzyko zdarzeń niepoęanych przed i po zakończeniu rehabilitacji kardiologicznej.

Wnioski

Analiza piřmiennictwa potwierdza, że hybrydowa rehabilitacja kardiologiczna jest skuteczna i bezpieczna. Daje ona podobne wyniki co stacjonarna rehabilitacja kardiologiczna w zakresie poprawy wydolnořci fizycznej, jakořci ęycia oraz przestrzegania zaleceń lekarskich.

Piřmiennictwo

1. K. Sadowski i in., Efficacy and safety of hybrid cardiac telerehabilitation in patients with hypertrophic cardiomyopathy without left ventricular outflow tract obstruction and preserved ejection fraction: a randomized clinical trial, *Kardiol Pol*, 2026, *84*(1): 66–74; DOI: 10.33963/v.phj.110581.
2. V. Micheluzzi i in., Optimizing cardiac telerehabilitation programs: psychological, social, and implementation factors, *Curr Probl Cardiol*, 2026, *51*(5): 103290; DOI: 10.1016/j.cpcardiol.2026.103290.

Wpływ podatności wkładek drukowanych 3D na aktywność mięśniową kończyn dolnych – badanie pilotażowe sEMG

PIOTR DALECKI¹, KAROLINA WILIŃSKA², URSZULA CZAJKOWSKA²,
JUSTYNA MARCULA², SYLWIA SZOTEK²

¹ Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny, kierunek Biomechanika Inżynierska

² Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny,
Katedra Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej
sylwia.szotek@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: druk 3D, elektromiografia powierzchniowa, podatność, wkładki
personalizowane

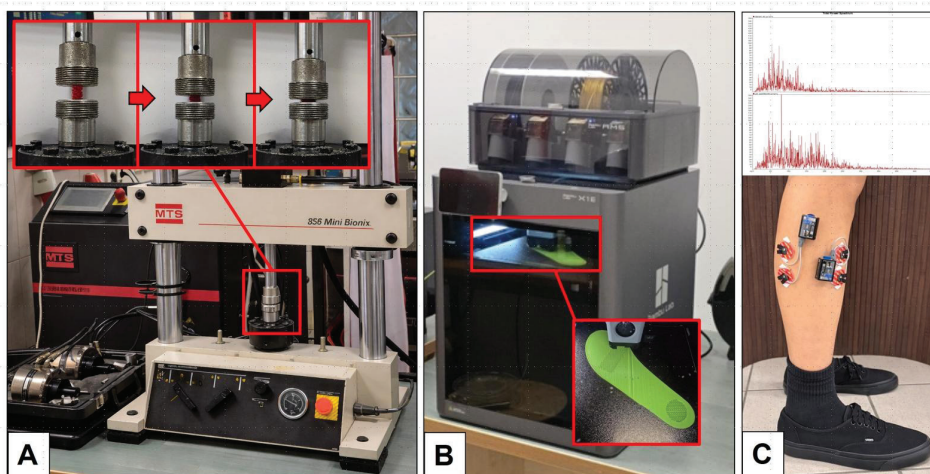
PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Wkładki obuwnicze stosuje się w celu modyfikacji warunków podparcia stopy, poprawy komfortu oraz stabilności podczas codziennych aktywności i wysiłku fizycznego. Ich dobór często opiera się jednak na doświadczeniu i subiektywnej ocenie użytkownika, a ilościowa walidacja biomechaniczna pozostaje ograniczona. Celem badania było zaprojektowanie wkładek drukowanych 3D o strefowo zróżnicowanej podatności oraz ocena ich wpływu na aktywność mięśniową kończyn dolnych.

Materiały i metody

Geometrię wkładki opracowano na podstawie plantogramów, statycznych map nacisków podeszwowych oraz ustawienia tyłostopia. Próbkę w PrintMe Flex 20D (TPEE), o strukturze typu gyroid i wypełnieniu 20–100%, poddano jednoosiowemu ściskaniu, wyznaczając zależność pozornego modułu ściskania od stopnia wypełnienia. Wykonano dwa warianty wkładek: dostosowany i sztywniejszy, o docelowo 1,5-krotnie większym module w wybranych strefach. U jednego zdrowego uczestnika porównano cztery warunki: bez wkładki, z wkładką fabryczną oraz oba warianty drukowane. Rejestrowano sEMG mięśnia piszczelowego przedniego (TA) i głowy



Ryc. 1. Etapy badania: (A) próg ściskania próbek o różnym stopniu wypełnienia, (B) wkładka drukowana 3D o zróżnicowanym wypełnieniu strefowym, (C) pomiar sEMG.

bocznej mięśnia brzuchatego łydki (GAS) podczas chodu, przysiadów i stania na jednej nodze; sygnał normalizowano do wartości MVC.

Wyniki

Pozorny moduł ściskania wzrósł od 0,30 MPa przy 20% do 16,39 MPa przy 100% wypełnienia. Odpowiedź sEMG była zależna zarówno od badanego mięśnia, jak i od rodzaju zadania. Dla TA największe różnice pomiędzy wariantami drukowanymi obserwowano podczas przysiadów i stania na jednej nodze, przy niższej średniej aktywności w wariancie dostosowanym. Dla GAS nie stwierdzono jednolitego trendu.

Wnioski

Zastosowana metoda pozwoliła na mechanicznie uzasadnione kształtowanie strefowej podatności wkładek. Nie wykazano prostej zależności pomiędzy zwiększeniem lub zmniejszeniem podatności wkładki a aktywnością mięśniową. Uzyskane wyniki mają charakter pilotażowy i wymagają weryfikacji w większej grupie uczestników.

Piśmiennictwo

1. Y. Cherni, G. Desmyttere, M. Hajizadeh, J. Bleau, C. Mercier, M. Begon, Effect of 3D printed foot orthoses stiffness on muscle activity and plantar pressures in individuals with flexible flatfeet: A statistical non-parametric mapping study, *Clin Biomech*, 2022, 92: 105553; DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2021.105553.
2. Y. Sterman, D. Solav, N. Rosen, E. Saffuri, L. Shmilov Zaritsky, Custom orthotic insoles with gradual variable stiffness using 3D printed spacer technique, *Virtual Phys Prototyp*, 2024, 19(1): e2336151; DOI: 10.1080/17452759.2024.2336151.

Bioinformatyczna analiza ścieżek molekularnych przemiany fibroblastów w miofibroblasty w zwłóknieniu serca

**KRZYSZTOF DATA¹, DOMINIKA ŻUKOWSKA¹, ARTUR BRYJA¹, DOMINIKA
DOMAGAŁA¹, JULIA NIEBORA¹, NATALIA PENCIAK¹, TERESA WYSOCKA^{2,3},
PIOTR DZIĘGIEL^{2,4}, MACIEJ BOCHENEK⁵, ROMAN PRZYBYLSKI⁵,
DARIUSZ JANCZAK⁶, BARTOSZ KEMPISTY^{1,7,8,9}**

¹ Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Lekarski, Katedra Morfologii
i Embriologii Człowieka, Zakład Anatomii Prawidłowej

² Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Lekarski, Katedra Morfologii
i Embriologii Człowieka, Zakład Histologii i Embriologii

³ Uniwersytet Zielonogórski, Collegium Medicum, Instytut Nauk o Zdrowiu,
Katedra Anatomii i Histologii

⁴ Akademia Wychowania Fizycznego im. Polskich Olimpijczyków we Wrocławiu,
Katedra Biologii Człowieka i Kosmetologii

⁵ Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Lekarski,
Instytut Chorób Serca, Klinika Transplantacji Serca i Mechanicznego Wspomagania Krążenia

⁶ Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Lekarski,
Katedra Chirurgii Naczyniowej, Ogólnej i Transplantacyjnej

⁷ Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych,
Instytut Medycyny Weterynaryjnej

⁸ University Hospital and Masaryk University, Department of Obstetrics and Gynecology,
Center of Assisted Reproduction, Brno, Czech Republic

⁹ North Carolina State University, Physiology Graduate Faculty, Raleigh, NC, United States
krzysztof.data@umw.edu.pl

Słowa kluczowe: ECM, GO, KEGG, PPI, choroby sercowo-naczyniowe, miofibroblasty

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Przejście fibroblastów w miofibroblasty (z ang. fibroblast-to-myofibroblast transition, FMT) to proces prowadzący do powstania komórek o zwiększonej aktywności w zakresie syntezy i odkładania składników ECM, uczestniczących jednocześnie w przebudowie tkanki serca [1]. Odgrywa ono kluczową rolę w zmianach zwłóknieniowych serca które objawiają się nadmiernym odkładaniem i przebudową macierzy pozakomórkowej (*extracellular matrix*, ECM), prowadzącym do zwiększenia sztywności mięśnia sercowego, upośledzenia jego funkcji skurczowej oraz zaburzeń przewodności serca. W efekcie zwłóknienie może sprzyjać progresji niewydolności serca i zwiększać ryzyko zgonu [2]. Celem badania była charakterystyka szlaków oraz procesów molekularnych powiązanych w FMT.

Materiały i metody

Do identyfikacji mechanizmów molekularnych uczestniczących w FMT wykorzystano narzędzia bioinformatyczne. Geny związane w FMT wyselekcjonowano na podstawie danych dostępnych w literaturze naukowej, a następnie poddano je analizie sieciowej obejmującej interakcje białko–białko (PPI) oraz analizie wzbogacenia funkcjonalnego z wykorzystaniem Gene Ontology oraz KEGG.

Wyniki i wnioski

Przeprowadzone analizy wskazały na istotne znaczenie sygnalizacji TGF- β , procesów związanych z przebudową macierzy pozakomórkowej, odpowiedzi zapalnej oraz mechanotransdukcji w FMT. Analiza zależności pomiędzy genami ujawniła rozbudowaną sieć powiązań funkcjonalnych, co wskazuje na wielopoziomą regulację tego procesu. Uzyskane wyniki potwierdzają złożony charakter molekularnych mechanizmów leżących u podstaw zwłóknienia serca oraz pozwalają wskazać szlaki i potencjalne huby molekularne, których znaczenie może zostać zweryfikowane w dalszych badaniach eksperymentalnych.

Piśmiennictwo

1. M.Czubryt, Cardiac Fibroblast to Myofibroblast Phenotype Conversion—An Unexploited Therapeutic Target, *J Cardiovasc Dev Dis*, 2019, 6(3): 28; DOI: 10.3390/jcdd6030028.
2. S.K. Hinderer, Schenke-Layland, Cardiac fibrosis—a short review of causes and therapeutic strategies, *Adv Drug Deliv Rev*, 2019, 146: 77–82; DOI: 10.1016/j.addr.2019.05.011.

Wirtualna rzeczywistość czy aktywność fizyczna? Porównanie skuteczności interwencji wspierających dobrostan psychofizyczny matek dzieci z diagnozą białaczki limfoblastycznej

ALEKSANDRA DĄBROWSKA¹, ALEKSANDRA KOWALUK^{1,2}, IWONA MALICKA¹

¹ Akademia Wychowania Fizycznego im. Polskich Olimpijczyków we Wrocławiu

² Klinika Transplantacji Szpiku, Onkologii i Hematologii Dziecięcej,
Uniwersytecki Szpital Kliniczny we Wrocławiu
aleksandra.dabrowska@awf.wroc.pl

Słowa kluczowe: aktywność fizyczna, białaczka limfoblastyczna, dobrostan psychofizyczny, matki dzieci z chorobą nowotworową, wirtualna rzeczywistość

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Diagnoza choronowotworowej u dziecka stanowi znaczne obciążenie psychiczne i fizyczne dla rodziców. Poszukiwanie dostępnych interwencji wspierających dobrostan opiekunów może mieć istotne znaczenie dla poprawy ich funkcjonowania w trakcie leczenia dziecka.

Materiały i metody

Badaniem objęto 38 matek dzieci z rozpoznaniem białaczki limfoblastycznej losowo przydzielonych do trzech grup: interwencji z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości (VR; n = 15), aktywności fizycznej (AF; n = 10) oraz grupy kontrolnej (n = 13). Ocenę przeprowadzono w trzech punktach pomiarowych. Analizowano jakość życia (EQ-5D-5L), lęk jako stan (STAI-X1), nasilenie objawów depresyjnych (BDI), jakość snu (PSQI) oraz aktywność fizyczną (IPAQ).

Wyniki

Nie stwierdzono różnic między grupami w indeksie EQ-5D-5L w żadnym pomiarze (P1: p = 0,245; P2: p = 0,295; P3: p = 0,130), podobnie w zakresie STAI-X1

(P1: $p = 0,715$; P2: $p = 0,867$; P3: $p = 0,552$) i BDI (P1: $p = 0,577$; P2: $p = 0,261$; P3: $p = 0,478$). W BDI stwierdzono zmianę w czasie w grupie VR ($\chi^2(2) = 6,32$; $p = 0,042$), a w STAI-X1 w grupie kontrolnej ($\chi^2(2) = 7,00$; $p = 0,030$), jednak żadne porównanie post hoc nie pozostało istotne po korekcie Holma. W PSQI wykazano efekt czasu dla ogólnej jakości snu ($p = 0,023$) oraz efekty interakcji czas×grupa dla efektywności snu ($p = 0,043$) i stosowania leków nasennych ($p = 0,005$). W IPAQ stwierdzono różnice między grupami w czasie siedzenia ($p = 0,003$); grupa AF spędzała mniej czasu siedząc niż VR ($p_{Holm} = 0,006$) i grupa kontrolna ($p_{Holm} = 0,007$).

Wnioski

Uzyskane wyniki nie wskazują na jednoznaczną przewagę VR lub aktywności fizycznej w odniesieniu do globalnych wskaźników dobrostanu psychofizycznego. Zaobserwowane różnice w wybranych aspektach snu i zachowań sedentarnych wskazują jednak na zasadność dalszych badań nad wykorzystaniem obu form wsparcia w tej szczególnie obciążonej grupie opiekunów.

Predykcja poziomu funkcji poznawczych na podstawie spoczynkowego EEG z wykorzystaniem interpretowalnych modeli uczenia maszynowego

WOJCIECH DERKOWSKI¹, INA ŻABICKA²

¹ Uniwersytet WSB Merito we Wrocławiu, Filia w Opolu

² Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Opolski, Oddział Neurologii,
Wojewódzki Szpital Specjalistyczny im. św. Jadwigi w Opolu
w.derkowski@hipokrates.org

Słowa kluczowe: MMSE, choroba Alzheimera, interpretowalne uczenie maszynowe,
spoczynkowe EEG, łagodne zaburzenia poznawcze

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Ilościowa analiza spoczynkowego EEG może dostarczać dostępnych klinicznie wskaźników nasilenia zaburzeń poznawczych. Celem badania była ocena możliwości przewidywania wyniku Mini-Mental State Examination (MMSE) na podstawie fizjologicznie interpretowalnych cech EEG.

Materiały i metody

Retrospektywnie przeanalizowano zapisy 47 osób: 16 z chorobą Alzheimera (AD), 15 z łagodnymi zaburzeniami poznawczymi (MCI) i 16 z prawidłowymi funkcjami poznawczymi. W bezartefaktowych odcinków 10–30 s EEG, rejestrowanych przy oczach zamkniętych z ośmiu odprowadzeń (256 Hz), wyznaczono względną moc pasm, częstotliwość szczytu alfa, wskaźniki spowolnienia, miary entropii i Hjortha oraz łączność funkcjonalną wPLI. MMSE analizowano jako zmienną ciągłą. Zastosowano eksploracyjne modele regresyjne oraz analizę znaczenia cech. Badanie uzyskało pozytywną opinię Komisji Bioetycznej OIL w Opolu (OIL/KB/356/25).

Wyniki

Średnie wyniki MMSE wynosiły $17,9 \pm 4,6$ w AD, $25,1 \pm 1,3$ w MCI i $28,9 \pm 0,9$ w grupie kontrolnej. Wraz z nasileniem zaburzeń poznawczych obserwowano wzrost aktywności theta, zmniejszenie mocy alfa i złożoności sygnału oraz osłabienie tylnej łączności. Mediana częstotliwości szczytu alfa wynosiła odpowiednio 6,4, 7,3 i 8,1 Hz ($H = 19,6$; $p < 0,001$). Model oceniany w walidacji krzyżowej osiągnął $MAE = 3,11$ punktu oraz $R^2 = -0,02$, co wskazuje na brak wiarygodnej predykcji indywidualnej. Analiza znaczenia cech wskazywała przede wszystkim częstotliwość szczytu alfa, aktywność theta i łączność obszarów tylnych.

Wnioski

Cechy spoczynkowego EEG odzwierciedlały ciągłe nasilenie zaburzeń poznawczych i pozostawały neurofizjologicznie interpretowalne. Przy liczebności 47 osób nie uzyskano jednak modelu umożliwiającego wiarygodną predykcję wyniku MMSE; konieczna jest walidacja w większej, niezależnej grupie.

Źródło finansowania badań: Badanie nie otrzymało odrębnego finansowania.

Piśmiennictwo

1. C. Babiloni i in., Abnormalities of resting-state EEG rhythms in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease, *Clin Neurophysiol*, 2016, 127, 2918–2932.
2. G.K. Cooray i in., *Neuroimage Clin*, 2016, 12, 193–202.
3. Y. Roy i in., Deep learning-based electroencephalography analysis: a systematic review, *J Neural Eng*, 2019, 16, 051001; DOI: 10.1088/1741-2552/ab260c.
4. W. Derkowski, I. Żabicka, Biomarqueurs EEG du déclin cognitif dans la maladie d'Alzheimer et le MCI : modélisation prédictive par réseaux neuronaux et deep learning, *Rev Neurol (Paris)*, 2026, 182, S173; DOI: 10.1016/j.neurol.2026.02.144.

Identyfikacja markerów molekularnych tkanki tłuszczowej okołonaczyniowej metodą analizy transkryptomicznej

**DOMINIKA DOMAGAŁA¹, ARTUR BRYJA¹, NATALIA GLATZEL-PLUCIŃSKA²,
ALEKSANDRA PARTYŃSKA², NATALIA PENCIAK¹, JULIA NIEBORA¹,
KRZYSZTOF DATA¹, DOMINIKA ŻUKOWSKA¹, MAŁGORZATA BLATKIEWICZ³,
ANNA OLECHNOWICZ³, KAROL JOPEK³, IZABELA JANUS-ZIÓŁKOWSKA⁴,
MARCIN NOWAK⁴, MACIEJ BOCHENEK^{5, 6}, ROMAN PRZYBYLSKI⁵,
DARIUSZ JANCZAK⁷, MACIEJ ZABEL^{2, 8}, PIOTR DZIĘGIEL², BARTOSZ KEMPISTY^{1, 9, 10, 11}**

¹ Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Lekarski,
Zakład Anatomii Prawidłowej

² Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Lekarski,
Zakład Histologii i Embriologii

³ Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Katedra Histologii i Embriologii

⁴ Katedra Patologii, Zakład Patomorfologii i Medycyny Sądowej Weterynaryjnej,
Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

⁵ Instytut Chorób Serca, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

⁶ Kliniczny Oddział Chirurgii Serca, Uniwersytecki Szpital Kliniczny
im. Jana Mikulicza-Radeckiego we Wrocławiu

Instytut Chorób Serca, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

⁷ Katedra i Klinika Chirurgii Naczyniowej, Ogólnej i Transplantacyjnej,
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

⁸ Uniwersytet Zielonogórski, Katedra Anatomii i Histologii, Collegium Medicum

⁹ University Hospital and Masaryk University, Department of Obstetrics and Gynecology,
Center of Assisted Reproduction, Brno

¹⁰ Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych,
Instytut Medycyny Weterynaryjnej

¹¹ North Carolina State University, Physiology Graduate Faculty, Raleigh, NC 27695
dominika.domagala@umw.edu.pl

Słowa kluczowe: tkanka tłuszczowa okołonaczyniowa (PVAT), metabolizm lipidów, neurogeneza

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Tkanka tłuszczowa okołonaczyniowa (PVAT) stanowi aktywny biologicznie komponent mikrośrodowiska naczyniowego. Właściwości PVAT mogą różnić się w zależności od lokalizacji anatomicznej, rodzaju łożyska naczyniowego. Celem badania była identyfikacja potencjalnych markerów molekularnych różnicujących PVAT zlokalizowaną w obszarze tętnicy wieńcowej i tętnicy szyjnej wspólnej.

Materiały i metody

Materiał badawczy stanowiła tkanka tłuszczowa w okolicy tętnicy wieńcowej oraz szyjnej wspólnej pozyskiwana od świni domowej (*Sus scrofa domestica*). Analizę transkryptomiczną przeprowadzono przy wykorzystaniu mikromacierzy ekspresyjnych (*Affymetrix*).

Wyniki

W PVAT okołowieńcowym wykazano zwiększoną ekspresję genów EGR2, CYP27A1, PPAPDC1A, TBX20 oraz C7, natomiast w PVAT okołoszyjnej wyższą ekspresję ANGPTL1, MMP27 i MYOC. Zidentyfikowane geny reprezentują różnorodne procesy biologiczne, obejmujące metabolizm lipidów (PPAPDC1A, CYP27A1), regulację ekspresji genów i rozwój układu sercowo-naczyniowego (TBX20), odpowiedź immunologiczną zależną od układu dopełniacza (C7), procesy związane z macierzą zewnątrzkomórkową (ANGPTL1, MMP27, MYOC) oraz regulację procesów neuronalnych (EGR2).

Wnioski

PVAT zlokalizowana w obrębie różnych łożysk naczyniowych wykazuje odmienny profil molekularny. Zidentyfikowane geny stanowią potencjalne markery regionalnej heterogenności PVAT i mogą odzwierciedlać jej zróżnicowane funkcje metaboliczne, immunologiczne, naczyniowe i neuroregulacyjne.

Piśmiennictwo

1. YY. Hua, M. Lei. T. Chen, J. Zhuang. C. Zuo. Ruan, Role of adipose tissue in cardiovascular health and diseases, *Chin Med J (Engl)*, 2026, 139(11): 1618–1632; DOI: 10.1097/CM9.0000000000004081.
2. M. C.M. Queiroz. Sena, Perivascular adipose tissue: a central player in the triad of diabetes, obesity, and cardiovascular health, *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 455. DOI 10.1186/s12933-024-02549-9.

Foldamery peptydowe jako inhibitory punktu kontrolnego układu immunologicznego CTLA-4

**MAGDA DREWNIAK-ŚWITALSKA¹, ŁUKASZ BERLICKI², PAULINA FORTUNA³,
JACEK PLEWKA⁴, BENITA WIATRAC⁵, MAŁGORZATA KRZYTEK-KORPACKA¹**

¹Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu,
Zakład Biochemii Lekarskiej, Katedra Biochemii i Immunochemii

²Politechnika Wrocławska, Katedra Chemii Bioorganicznej

³Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu,
Uniwersyteckie Centrum Badań Omicznych

⁴Uniwersytet Jagielloński, Wydział Chemii

⁵Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Katedra i Zakład Farmakologii
magda.drewniak-switalska@umw.edu.pl

Słowa kluczowe: CTLA-4, punkty kontrolne układu immunologicznego, foldamery peptydowe,
LYTAC, ukierunkowana degradacja białek, immunoterapia przeciwnowotworowa

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Inhibitory punktów kontrolnych układu odpornościowego (*immune checkpoint inhibitors*, ICI) stanowią jedną z najważniejszych strategii immunoterapii nowotworów. Podstawę terapii stanowią przeciwciała monoklonalne ukierunkowane na szlaki PD-1/PD-L1 oraz CTLA-4. Pomimo skuteczności klinicznej, ich duży rozmiar, złożona produkcja i koszty skłaniają do poszukiwania mniejszych cząsteczek, które mogłyby modulować oddziaływania związane z punktami kontrolnymi [1, 2].

Alternatywę stanowią peptydy oraz ich stabilizowane analogi – foldamery. Dzięki niewielkim rozmiarom, możliwości modyfikacji sekwencji i kontrolowania struktury mogą one stanowić platformę do projektowania ligandów oddziałujących z powierzchniami białkowymi [3]. W ramach projektu Miniatura 8 wykorzystano tę koncepcję do opracowania peptydowych foldamerów ukierunkowanych na CTLA-4, będącego jednym z regulatorów aktywacji limfocytów T. Oddziaływanie CTLA-4

z ligandami B7 prowadzi do hamowania odpowiedzi komórek T, dlatego jego selektywne blokowanie może zwiększać aktywność przeciwnowotworową układu immunologicznego.

Materiały i metody

Wykorzystując modelowanie molekularne, zaprojektowano serię foldamerów oddziałujących z CTLA-4. Wprowadzenie niekanonicznych reszt aminokwasowych, w tym *trans*-ACPC, miało na celu kontrolowanie konformacji peptydów i zwiększenie ich stabilności. Otrzymane związki poddano badaniom strukturalnym, analizie stabilności termicznej oraz weryfikacji ich oddziaływania z CTLA-4.

Wyniki i wnioski

Uzyskane wyniki pozwoliły określić wpływ modyfikacji strukturalnych na właściwości foldamerów i wskazały kierunki ich dalszej optymalizacji. Dalsze zastosowanie otrzymanych foldamerów rozważane jest w projektowaniu bifunkcyjnych cząsteczek typu LYTAC, łączących ligand rozpoznający cel z mechanizmem umożliwiającym jego ukierunkowaną eliminację. Tym samym opracowanie foldamerów ukierunkowanych na CTLA-4 stanowi nie tylko próbę stworzenia nowych inhibitorów punktu kontrolnego, ale również etap szerszej koncepcji wykorzystania stabilizowanych peptydów do projektowania narzędzi immunoterapii.

Źródło finansowania badań: Narodowe Centrum Nauki, konkurs MINIATURA 8, nr 2024/08/X/ST5/00141.

Piśmiennictwo

1. I. Mahmood, *Clinical Pharmacology of Antibody-Drug Conjugates*, Antibodies (Basel), 2021, 10(2), 20; DOI: 10.3390/antib10020020.
2. S. Kim, J. Kang, D. An, J. Seo, D.-B. Oh, *Lysosome-Targeting Chimera Using Mannose-6-Phosphate Glycans Derived from Glyco-Engineered Yeast*, *Bioconjug Chem*, 2025, 36(3), 424–436; DOI: 10.1021/acs.bioconjchem.4c00512.
3. S.H. Gellman, *Foldamers: A Manifesto*, *Acc Chem Res*, 1998, 31(4), 173–180; DOI: 10.1021/ar960298r.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Prognostyczne znaczenie ekspresji haspiny w niedrobnokomórkowych rakach płuć

NATALIA GLATZEL-PLUCIŃSKA, ALEKSANDRA PIOTROWSKA,
PIOTR DZIĘGIEL

Zakład Histologii i Embriologii, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
natalia.glatzel-plucinska@umw.edu.pl

Słowa kluczowe: haspina, NSCLC

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Rak płuć jest jednym z najczęściej występujących nowotworów złośliwych. Większość przypadków jest klasyfikowanych jako niedrobnokomórkowe raki płuć (*non-small cell lung cancer*; NSCLC). Dwa główne podtypy NSCLC to gruczolakoraki (*adenocarcinoma*; AC) oraz raki płaskonabłonkowe (*squamous cell carcinoma*; SCC). Haspina to kinaza serynowo-treoninowa, u ludzi kodowana przez gen *GSG2*. Bierze ona udział w pozycjonowaniu chromosomów, mając ogromne znaczenie dla prawidłowego przebiegu mitozy. Wykazano, że haspina odgrywa istotną rolę podczas kancerogenezy, a jej podwyższona ekspresja jest negatywnym czynnikiem prognostycznym w przypadku wielu nowotworów [1]. W NSCLC zaobserwowano, że podwyższony poziom haspiny jest skorelowany z wyższym stopniem złośliwości histologicznej oraz obecnością przerzutów [2], jednak prognostyczne znaczenie ekspresji haspiny w nowotworach płuć nie zostało jak dotąd ustalone.

Materiały i metody

Materiał do badań stanowiło 230 przypadków NSCLC, utrwalonych w postaci bloczków parafinowych. Z tak przygotowanego materiału wykonano mikromacierze tkankowe (TMA), na których następnie przeprowadzono reakcje immunohistochemiczne (IHC) z wykorzystaniem przeciwciał przeciwko haspinie oraz białkom Ki67, SNAIL, SLUG i Twist1. Analizę ekspresji badanych białek przeprowadzono metodą cyfrowej analizy obrazu z wykorzystaniem oprogramowania QuPath, po uprzednim zeskanowaniu preparatów za pomocą skanera histologicznego.

Wyniki

Analiza przeżycia metodą Kaplana-Meiera wykazała, że wysoka ekspresja haspiny stanowiła w przypadku gruczolakoraków pozytywny czynnik prognostyczny. Zaobserwowano również istotne dodatnie korelacje pomiędzy ekspresją haspiny a ekspresją markera proliferacyjnego Ki67 oraz markerów przejścia epitelialno-mezenchymalnego – białek SNAIL, SLUG i Twist1.

Wnioski

Wysoka ekspresja haspiny może stanowić korzystny czynnik prognostyczny u pacjentów z gruczolakorakiem płuca. Dodatnie korelacje z Ki67 oraz markerami EMT mogą wskazywać na związek haspiny z proliferacją komórek nowotworowych i procesem przejścia epitelialno-mezenchymalnego.

Finansowanie: Badania finansowane ze środków projektu SUBK.A352.22.004.

Piśmiennictwo

1. R.S. Quadri, M. Sertic. Muzi-Falconi, Roles and regulation of Haspin kinase and its impact on carcinogenesis, *Cell Signal*, 2022, 93: 110303; DOI: 10.1016/j.cellsig.2022.110303.
2. F. Zhang i in., Knockdown of GSG2 inhibits the development and progression of non-small cell lung cancer in vitro and in vivo, *Cell Cycle*, 2023, 22(2): 153–164; DOI: 10.1080/15384101.2022.21104411.

Analiza wpływu geometrii komórek elementarnych na rozkład naprężeń w strukturach siatkowych implantów międzytrzonowych

OLIWIA GRZĘDA, MAŁGORZATA ŻAK, CELINA PEZOWICZ

Katedra Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, Wydział Mechaniczny,
Politechnika Wrocławska
oliwia.grzeda@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: implant międzytrzonowy, metoda elementów skończonych (MES),
parametry mechaniczne, struktura siatkowa

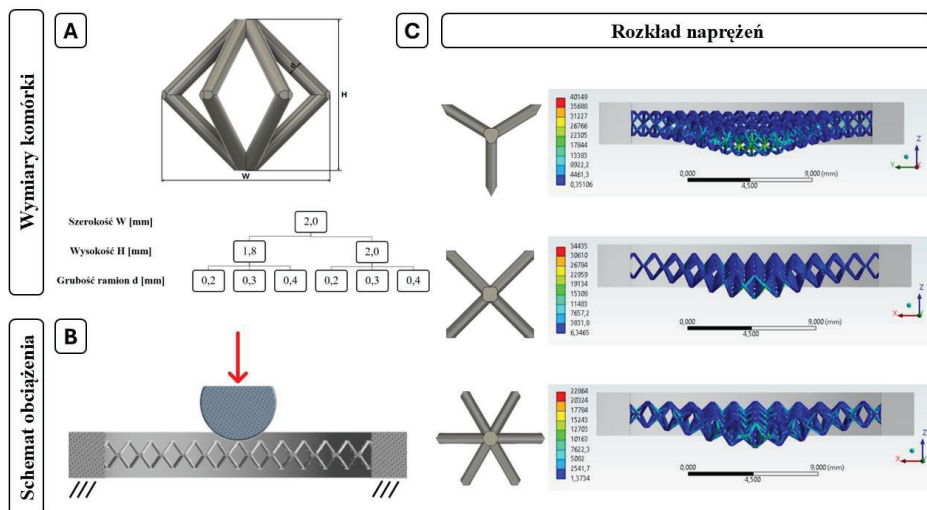
WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Wraz z upowszechnieniem technologii druku 3D rośnie zainteresowanie wykorzystaniem struktur siatkowych w implantologii. Celem badania było określenie wpływu geometrii komórki elementarnej na rozkład naprężeń w jednowarstwowych strukturach siatkowych przeznaczonych do zastosowania w implantach międzytrzonowych typu cage.

Materiały i metody

Opracowano modele jednowarstwowych struktur siatkowych o różnych parametrach geometrycznych komórek elementarnych. Analizie poddano trzy konfiguracje komórek elementarnych różniące się liczbą ramion: trójramienną, czteroramienną i sześcioramienną. Przeprowadzono badanie parametryczne, uwzględniając dwie wysokości komórki (1,8 i 2,0 mm) oraz trzy grubości ramion (0,2; 0,3 i 0,4 mm). Modele poddano analizie numerycznej z zastosowaniem metody elementów skończonych w warunkach jednoosiowego obciążenia (ryc. 1). Przyjęto jednakowe właściwości materiałowe stopu tytanu. Wpływ parametrów geometrycznych oceniono na podstawie analizy rozkładu przemieszczeń i naprężeń.



Rys. 1. Geometria oraz rozkład naprężeń w strukturach siatkowych:

A – parametry wymiarowe komórki elementarnej, **B** – schemat obciążenia, **C** – mapa rozkładu naprężeń dla różnych wariantów komórki.

Wyniki

Wykazano, że zmiana parametrów geometrycznych komórki elementarnej wpływa na poziom i lokalizację koncentracji naprężeń. Struktura z komórkami 3-ramiennymi charakteryzowała się wyższymi wartościami naprężeń niż struktury z komórkami 4- i 6-ramiennymi, dlatego wykluczono ją z dalszej analizy porównawczej. W przypadku komórek 4- i 6-ramiennych zwiększenie wysokości komórki z 1,8 do 2,0 mm oraz grubości ramion z 0,2 do 0,3 i 0,4 mm prowadziło do poprawy odpowiedzi mechanicznej. Największe różnice obserwowano między grubościami 0,2 i 0,3 mm, natomiast zwiększenie grubości do 0,4 mm powodowało niewielką dalszą poprawę. Uwzględniając wymagania technologiczne oraz założenia projektowe związane z zapewnieniem przestrzeni dla przerastania tkanki kostnej, za najbardziej korzystną uznano grubość ramion 0,3 mm.

Wnioski

Geometria komórki elementarnej istotnie wpływa na rozkład stanu naprężeń jednowarstwowych struktur siatkowych. W analizowanym zakresie parametrów korzystniejszą odpowiedź mechaniczną uzyskano dla większej wysokości komórki i grubości ramion równą 0,3 mm. Uzyskane wyniki stanowią podstawę do dalszej optymalizacji geometrii implantów międzytrzonowych.

Piśmiennictwo

1. M. Żak, J.C. Marcula. Pezowicz, Optimising geometrical features of additively manufactured lattice structures for improved mechanical performance of interbody cages. *Materials & Design*, 2026, 267: 116353; DOI: 10.1016/j.matdes.2026.116353.

Rola ekspresji wybranych białek procesu autofagii w relacji do onkogenów i supresorów w inwazyjnym przewodowym raku gruczołu piersiowego – badania wstępne

KATARZYNA HACZKIEWICZ-LEŚNIAK¹, PIOTR DZIĘGIEL²,
ALEKSANDRA PIOTROWSKA², AGNIESZKA GOMUŁKIEWICZ²,
ALEKSANDRA PARTYŃSKA², MAGDALENA BARAN-PELC¹, MICHAŁ KULUS¹,
NATALIA GLATZEL-PLUCIŃSKA², KAROLINA JABŁOŃSKA²,
KATARZYNA RATAJCZAK-WIELGOMAS², ALICJA KMIECIK²,
KATARZYNA RATAJCZAK², AGNIESZKA RUSAK², KATARZYNA JAGODZIŃSKA³,
EWELINA IWANECZKO⁴, MARTA MIGOCKA-PATRZAŁEK⁵, RAFAŁ MATKOWSKI^{6,7},
MARZENNA PODHORSKA-OKOŁÓW¹

¹ Zakład Badań Ultrastrukturalnych, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

² Zakład Histologii i Embriologii, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu,
Zakład Histologii i Embriologii, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

³ Zakład Terapii Doświadczalnej, Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej
Polskiej Akademii Nauk, Wrocław

⁴ Zakład Patomorfologii, Dolnośląskie Centrum Onkologii, Pulmonologii i Hematologii, Wrocław

⁵ Zakład Biologii Rozwoju Zwierząt, Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski

⁶ Zakład Chirurgii Onkologicznej, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

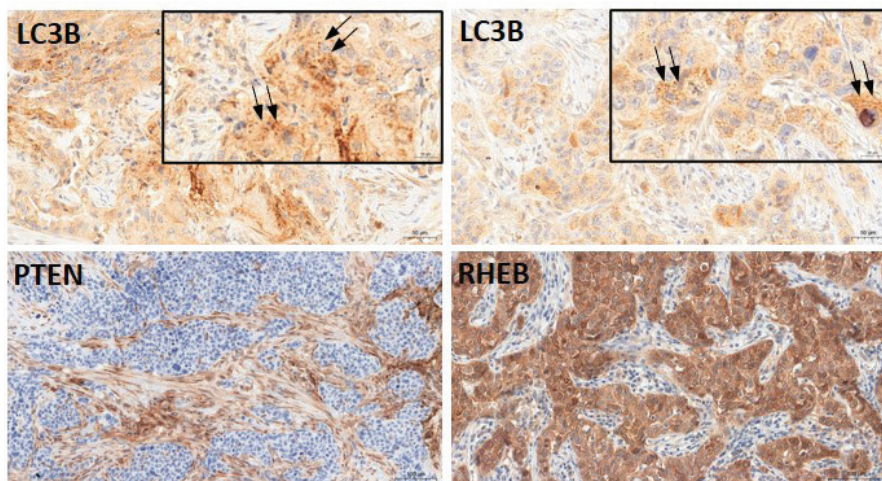
⁷ Oddział Chirurgii Piersi Dolnośląskiego Centrum Onkologii, Pulmonologii i Hematologii, Wrocław
katarzyna.haczekiewicz-lesniak@umw.edu.pl

Słowa kluczowe: białka autofagii, onkogen, rak gruczołu piersiowego, supresor

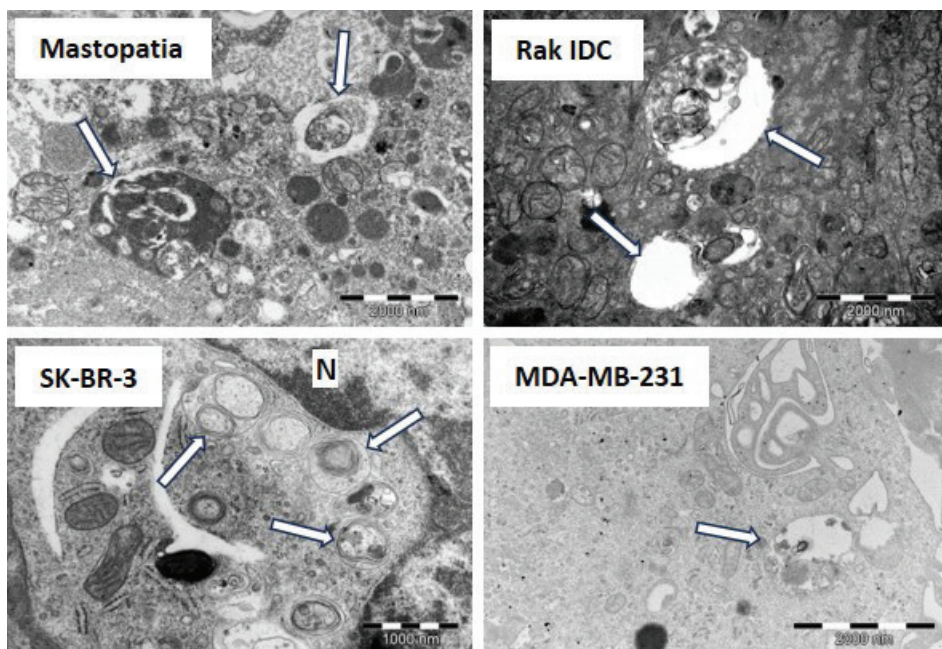
PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Rak gruczołu piersiowego (BC) zajmuje pierwsze miejsce wśród nowotworów złośliwych u kobiet pod względem zapadalności i śmiertelności. Autofagia jest ściśle powiązana z patogenezą tej choroby. W regulacji tego zjawiska uczestniczy



Ryc. 1. Zróżnicowana ekspresja cytoplazmatyczna białek LC3B, PTEN oraz RHEB w inwazyjnym przewodowym raku gruczołu piersiowego (IDC). Dla białka LC3B widoczne są izoformy LC3B-I i LC3B-II (strzałki); ekspresja PTEN została przedstawiona w podścielisku łącznotkankowym, natomiast RHEB w cytoplazmie komórek nowotworowych.



Ryc. 2. Fotografie z transmisyjnego mikroskopu elektronowego przedstawiające różne etapy zaawansowania pęcherzyków autofagii (strzałki) w materiale klinicznym (mastopatia i rak IDC) oraz w liniach komórkowych (SK-BR-3 i MDA-MB-231). N – jądro komórkowe.

wiele szlaków komórkowych, jednak priorytetową rolę odgrywa oś PI3K/Akt/mTOR. Celem badań jest ocena poziomu ekspresji białek LC3B, PTEN i RHEB w materiale klinicznym inwazyjnego przewodowego BC (IDC) oraz charakterystyka ultrastruktury komórek. Badania wykonano ponadto z wykorzystaniem linii MCF-7, SK-BR-3, MDA-MB-231 i BO2.

Materiały i metody

Ekspresja białek LC3B, PTEN oraz RHEB została oceniona za pomocą skali półilościowej wg Remmele-Stegner. Oceniono procent komórek zawierających punkty, tzw. dots LC3B, czyli poziom aktywacji autofagii za pomocą skali od a do E (gdzie a i B oznaczają obecność punktów w $\geq 50\%$ przypadków z tzw. clusters) oraz wg skali: ≥ 10 dots, 11–20 dots, ≥ 20 dots (klasyfikacja 1, 2 i 3, odpowiednio). W projekcie wykonano badania metodami Western blot (WB) i RT-PCR, z użyciem mikroskopu elektronowego (ME), oraz reakcję double immunogold ze złotem koloidalnym o zróżnicowanej średnicy 6 i 15 nm.

Wyniki

Reakcje immunohistochemiczne zostały przeprowadzone w 243 przypadkach raka IDC oraz w 52 przypadkach mastopatii. Umiarkowany poziom ekspresji LC3B był notowany w cytoplazmie w 90 przypadkach IDC, PTEN w 121, a RHEB w 118. Dla białka LC3B obserwowano 11–20 punktów izoformy LC3B-II, kolokalizującej z autofagosomami, w 67 przypadkach. Technika WB wykazano wyższy poziom ekspresji LC3B w guzach w porównaniu z mastopatiami. Przeprowadzono badania ekspresji czynników LC3B, PTEN oraz RHEB na poziomie mRNA metodą RT-PCR w analizowanym materiale. W ultrastrukturze zaobserwowano mitochondria podlegające mitofagii, retikulofagię, preautofagosomy oraz autofagolizosomy. W komórkach linii SK-BR-3 opisano bardzo liczne autofagosomy.

Wnioski

Obecność LC3B, PTEN oraz RHEB na poziomie mRNA i białka w raku IDC może wskazywać na ich rolę w patogenezie tej choroby.

Źródło finansowania badań: Subwencja Uniwersytetu Medycznego im. Piastów Śląskich we Wrocławiu: SUBZ.A380.24.006.

Projekt benchmarku do oceny automatycznych metod przetwarzania widm ^1H NMR w metabolomice

NATALIA HERDA, PIOTR MŁYNARZ

Politechnika Wrocławska, Wydział Chemiczny
natalia.herda@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: dane benchmarkowe, metabolomika, przetwarzanie widm NMR, spektroskopia ^1H NMR

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Rozwój narzędzi automatyzujących analizę widm ^1H NMR wymaga wiarygodnych metod ich oceny porównawczej. Celem pracy było zaprojektowanie eksperymentalnego benchmarku ^1H NMR do systematycznej oceny automatycznych metod przetwarzania widm w metabolomice oraz demonstracja jego zastosowania na przykładzie korekcji fazy.

Materiały i metody

Benchmark zaprojektowano jako czteropoziomowy zestaw próbek o zróżnicowanej złożoności. Poziomy I–III obejmowały pojedyncze metabolity oraz wybrane mieszaniny dwu- i trójskładnikowe. Kompozycje trójskładnikowe wybrano z wykorzystaniem heurystycznej miary uwzględniającej zakres nakładania sygnałów i złożoność multipletów. Poziom IV obejmował mieszaniny od pięciu do siedmiu metabolitów o względnych proporcjach stężeń określonych na podstawie profili stężeń w Human Metabolome Database [1]. Widma zarejestrowano na spektrometrze 600 MHz. Benchmark zastosowano do porównania apk (automatic phase correction) w TopSpin 5.0.0 i Peak Centric CNN zaimplementowanego w COLMARvista 1D [2].

Wyniki

Otrzymano 82 eksperymentalne widma ^1H NMR: 7 widm pojedynczych metabolitów, 14 mieszanin dwuskładnikowych, 40 próbek trójskładnikowych reprezentujących 10 kompozycji w czterech proporcjach oraz 21 mieszanin pięcio-, sześcio-

i siedmioskładnikowych. Taka konstrukcja pozwala oceniać metody na próbkach różniących się stopniem nakładania sygnałów, składem i proporcjami składników. Globalną inwersję widma o 180° zaobserwowano w 44/82 przypadkach (53,7%) dla TopSpin apk i 28/82 (34,1%) dla Peak Centric CNN. Różnica była statystycznie istotna w dokładnym teście McNemara ($p = 3,1 \times 10^{-5}$).

Wnioski

Opracowany benchmark obejmuje próbki o nominalnie określonych stężeniach i zróżnicowanej złożoności widmowej. Demonstracja pozwoliła wykryć istotną różnicę między metodami: Peak Centric CNN rzadziej zwracał widma odwrócone o 180° niż TopSpin apk. Benchmark można rozszerzyć na ocenę metod przeznaczonych do dekonwolucji, identyfikacji i kwantyfikacji metabolitów.

Piśmiennictwo

1. D.S. Wishart i in., HMDB 5.0: the Human Metabolome Database for 2022, *Nucleic Acids Res*, 2022, 50(D1): D622–D631; DOI: 10.1093/nar/gkab1062.
2. D.W. Li i in., COLMAR1d: A Web Server for Automated, Quantitative One-Dimensional Nuclear Magnetic Resonance-Based Metabolomics at Arbitrary Magnetic Fields, *Anal Chem*, 2024, 96(43): 17174–17183; DOI: 10.1021/acs.analchem.4c02688.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Kinaza tyrozynowa PTK2B jako nowy regulator synaps nerwowo-mięśniowych

MARGARETA JABŁOŃSKA¹, MAŁGORZATA SOTOMSKA¹,
MAŁGORZATA KRZYTEK-KORPACKA², TOMASZ PRÓSZYŃSKI¹

¹ Sieć Badawcza Łukasiewicz PORT – Polski Ośrodek Rozwoju i Technologii

² Katedra Biochemii i Immunochemii, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
malgorzata.sotomska@port.lukasiewicz.gov.pl

Słowa kluczowe: AChR, PTK2B, kinaza tyrozynowa, receptor acetylocholiny, złącza nerwowo-mięśniowe

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Prawidłowe funkcjonowanie mięśni szkieletowych zależy od skutecznego przekazywania sygnałów pomiędzy neuronami ruchowymi a włóknami mięśniowymi w obrębie złącza nerwowo-mięśniowego (NMJ). Kluczowym elementem aparatu postsynaptycznego znajdującego się na włóknie mięśniowym są receptory acetylocholiny (AChR), odpowiedzialne za odbiór sygnału nerwowego. Utrzymanie ich wysokiego zagęszczenia w błonie postsynaptycznej warunkuje efektywną transmisję synaptyczną, natomiast zaburzenia organizacji lub stabilności tych receptorów prowadzą do upośledzenia funkcji NMJ i stanów patologicznych np. miastenii. Mimo fundamentalnego znaczenia AChR dla funkcjonowania synapsy nerwowo-mięśniowej, mechanizmy regulujące ich stabilność i transport wewnątrzkomórkowy pozostają w dużej mierze nieznane. W naszych badaniach zidentyfikowaliśmy kinazę tyrozynową PTK2B (*Protein Tyrosine Kinase 2 Beta*), która może być nowym regulatorem receptorów acetylocholiny oraz integralności złącza nerwowo-mięśniowego. PTK2B należy do rodziny niereceptorowych kinaz tyrozynowych i uczestniczy w regulacji licznych procesów komórkowych, takich jak adhezja, migracja oraz organizacja podosomów i ognisk adhezyjnych. Wiedza na temat funkcji PTK2B w mięśniach szkieletowych jest jednak ograniczona. Wyniki naszych badań sugerują, że PTK2B może stanowić istotny element mechanizmów molekularnych odpowiedzialnych za utrzymanie organizacji i funkcji złącza nerwowo-mięśniowego.

Materiały i metody

W celu identyfikacji nowych białek oddziałujących z podjednostką α receptora acetylocholinowego (AChR α) zastosowano połączone podejście wykorzystujące techniki pull-down oraz spektrometrię mas (MS/MS). Zidentyfikowane interakcje zweryfikowano następnie metodą koimmunoprecypitacji. Obrazowanie kinazy PTK2B po elektroporacji mięśnia Tibialis anterior (TA) myszy oraz w komórkach mięśniowych C2C12 przeprowadzono przy użyciu mikroskopu konfokalnego Zeiss Cell Observer SD.

Wyniki

Nasze badania wykazały, że kinaza tyrozynowa PTK2B oddziałuje z receptorem acetylocholiny a jej nadekspresja prowadzi do zwiększenia poziomu fosforylacji reszt tyrozynowych podjednostki AChR α . Analiza lokalizacji PTK2B w mysich mięśniach wykazała wzbogacenie tego białka w obrębie złącza nerwowo-mięśniowego (NMJ) oraz jego kolokalizację z aktynowymi podosomami w komórkach C2C12. Ponadto wykazano, że farmakologiczne hamowanie aktywności PTK2B w zróżnicowanych miotubach C2C12 prowadzi do zaburzenia organizacji podosomów oraz wpływa na zakotwiczenie i stabilność receptorów AChR.

Wnioski

Kinaza tyrozynowa PTK2B jest potencjalnym nowym regulatorem złącza nerwo-mięśniowego.

Neurologopedia

w postępującym porażeniu nadjądrowym

– możliwości współczesnej diagnostyki

i monitorowania

ALEKSANDRA JANIK¹, ANNA KRZESIŃSKA-NOWACKA²

¹ Polskie Stowarzyszenie na rzecz Osób z Niepełnosprawnością Intellektualną,
Koło w Nowym Targu

² Wojewódzki Szpital Specjalistyczny we Wrocławiu, Oddział Rehabilitacji Neurologicznej
aleksandra.lipkowska94@gmail.com, anna.krzesinska@poczta.fm

Słowa kluczowe: PSP, dysfagia, dyzartria, funkcje poznawcze, komunikacja, parkinsonizm atypowy, postępujące porażenie nadjądrowe

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Postępujące porażenie nadjądrowe (PSP) jest rzadką, postępującą chorobą neurodegeneracyjną, prowadzącą do narastających zaburzeń ruchowych, poznawczych, komunikacyjnych i orofacialnych. Szczególne znaczenie z perspektywy logopedycznej mają dyzartria, dysfagia, zaburzenia artykulacji, fonacji oraz ograniczenie spontanicznej aktywności komunikacyjnej. Monitorowanie zmian zachodzących w przebiegu choroby pozwala na dostosowanie postępowania diagnostycznego i terapeutycznego do aktualnych możliwości pacjenta.

Materiały i metody

Badaniem objęto 3 pacjentów z rozpoznanym postępującym porażeniem nadjądrowym. Zastosowano metodę studium przypadku oraz obserwację kliniczną. Oceny funkcjonowania pacjentów dokonano z wykorzystaniem testu MoCA, „Kwestionariusza diagnostycznego zaburzeń mowy ze szczególnym uwzględnieniem afazji i dyzartrii dla młodzieży i dorosłych”, testu GUSS, skali nasilenia dysfagii oraz arkusza Mini Nutritional Assessment. Analizowano również dynamikę zmian na podstawie kolejnych ocen logopedycznych.

Wyniki

Analiza wykazała postępujące pogorszenie funkcjonowania badanych, obejmujące przede wszystkim funkcje wykonawcze, uwagę, funkcje wzrokowo-przestrzenne oraz zdolności komunikacyjne. Najbardziej dynamiczne zmiany obserwowano w zakresie inicjatywy komunikacyjnej, długości i jakości wypowiedzi oraz spontanicznej aktywności językowej. Równocześnie nasileniu ulegały zaburzenia artykulacji, fonacji i funkcji połykania, wskazując na postępujące ograniczenie sprawności orofacjalnej.

Wnioski

PSP prowadzi do wielokierunkowego i postępującego pogorszenia funkcji poznawczych, komunikacyjnych i orofacjalnych. Systematyczna diagnoza oraz rediagnoza logopedyczna pozwalają na uchwycenie dynamiki zmian, identyfikację zachowanych funkcji oraz bieżące dostosowywanie postępowania terapeutycznego do potrzeb pacjenta. Wczesne rozpoznawanie narastających trudności komunikacyjnych i połykania może mieć istotne znaczenie dla utrzymania możliwie największej samodzielności i jakości życia pacjentów.

Komisja Inżynierii Biomedycznej
Polska Akademia Nauk Oddział we Wrocławiu

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Wpływ postawy ciała – techniczna szyja (smartfonowa) na kształtowanie się mowy u dzieci w wieku szkolnym

ANNA JANIK-KRYSTOWSKA

Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Nauk o Zdrowiu,
Studia Podyplomowe z Logopedii Klinicznej
anna.krystowska@wp.pl

Słowa kluczowe: aparat artykulacyjny, logopedia kliniczna, mowa dzieci, smartfonowa szyja,
wady postawy

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Długotrwałe pochylanie głowy podczas korzystania z urządzeń mobilnych prowadzi do wady postawy określanej mianem „smartfonowej szyi”. Celem pracy było wykazanie wpływu tej nieprawidłowości na funkcjonowanie aparatu artykulacyjnego oraz jakość mowy u dzieci w wieku szkolnym. Skalę problemu obrazują raporty „Nastolatki 3.0” (2023) oraz „Internet Dzieci” (2025), wskazujące na powszechne i wielogodzinne korzystanie z mediów przez uczniów. Opracowanie opiera się na analizie literatury oraz badaniach własnych. Przeprowadzono anonimową ankietę wśród 46 ósmoklasistów (14–15 lat) oraz logopedów. Wykorzystano Autorski Kwestionariusz Przesiewowy Oceny Postawy Ciała i Objawów Logopedycznych.

Kluczowe ustalenia

Badania własne potwierdziły, że 52% uczniów spędza z telefonem powyżej 4 godzin dziennie, a 76% korzysta z niego w pozycji leżącej. Protrakcja głowy generuje napięcia w stawach skroniowo-żuchwowych. U 35% ósmoklasistów stwierdzono niską pozycję spoczynkową języka. Zmieniona biomechanika ciała skutkowała nieprawidłową artykulacją głosek dentalizowanych (sz, ż, cz, dż). Wyniki badań wskazują na niską świadomość problemu wśród respondentów: 80% uczniów nie wykazuje zna-

jomości terminu „smartfonowa szyja”, natomiast 46% jest zdania, że postawa ciała nie wpływa na proces mówienia. Odmienne zdanie prezentują logopedzi, wskazując na bezpośredni związek poprawy postawy z polepszeniem artykulacji.

Wnioski

Syndrom „smartfonowej szyi” stanowi narastający problem w populacji dzieci w wieku 7–15 lat. Niezbędne jest wprowadzenie przez rodziców i konsekwentne przestrzeganie zasad korzystania z urządzeń mobilnych. Wskazane jest także organizowanie w szkołach spotkań z zespołem specjalistów (logopeda, fizjoterapeuta, stomatolog, ortopeda) w celu szerzenia profilaktyki logopedycznej i postawy ciała.

Piśmiennictwo

1. R. Lange (red.), *Nastolatki 3.0. Raport z ogólnopolskiego badania uczniów i rodziców*, NASK Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 2023.
2. M. Bigaj (red.), *Internet dzieci. Raport z monitoringu obecności dzieci i młodzieży w Internecie*, Państwowa Komisja do spraw przeciwdziałania wykorzystaniu seksualnemu małoletnich poniżej lat 15, Warszawa, 2025.
3. B. Odowska-Szlachcic, *Logopedia wieku rozwojowego. Teoria w praktyce*, Wydawnictwo Harmonia, Gdańsk, 2023.

Ocena parametrów mechanicznych konstrukcji szyny terapeutycznej przeznaczonej do leczenia bruxizmu

KAROLINA JASIURKOWSKA¹, SZYMON RUCHAŁA²

¹ Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny, Katedra Mechaniki,
Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej

² Student, Politechnika Wrocławska, Wydział Podstawowych Problemów Techniki
karolina.jasiurkowska@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: bruxizm, metoda elementów skończonych, układ stomatognatyczny

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Bruxizm charakteryzuje się mimowolną i powtarzalną aktywnością mięśni narządu żucia. W rezultacie dochodzi do zaciskania i zgrzytania zębami wraz z towarzyszącym sztywnieniem bądź wysuwaniem żuchwy. Brak wdrożonego leczenia skutkuje patologicznym starciem tkanek zęba, przerostem mięśni oraz dysfunkcją stawów skroniowo-żuchwowych (1). Jedną z najczęściej stosowanych metod leczenia jest terapia szynami zgryzowymi, dlatego w badaniach podjęto się ich szerszej analizy.

Materiały i metody

Badania numeryczne obejmowały opracowanie modeli i przeprowadzenie analizy dla szyn wykonanych z materiałów PMMA oraz EVA, uwzględniając różne warianty obciążenia odpowiadające warunkom klinicznym. Model geometryczny opracowano na podstawie danych w tomografii komputerowej oraz baz danych anatomicznych, natomiast geometria szyny okluzyjnej została dopasowana z wykorzystaniem narzędzi do projektowania i edycji modeli trójwymiarowych. Opracowanie modelu dyskretnego wykonano za pomocą oprogramowania Ansys 2024. Model numeryczny uwzględniał zdefiniowane parametry kontaktowe pomiędzy poszczególnymi elementami układu stomatognatycznego. Parametry mechaniczne materiałów przyjęto

jako model materiału liniowo-sprężystego, izotropowego. Przyłożone do modelu obciążenie stanowiło uproszczoną reprezentację oddziaływania łuku górnego na szynę okluzyjną w warunkach charakterystycznych dla epizodów bruxizmu.

Wyniki

Wyniki analizy numerycznej pokazały wyraźne różnice w odpowiedzi mechanicznej układu w zależności od materiału szyny okluzyjnej. Modele z szyną wykonaną z PMMA wykazywały znacznie niższe wartości przemieszczenia, co wiąże się z większą sztywnością konstrukcji. Modele z szyną wykonaną z materiału EVA prowadziły do znacznego ugięcia się szyny.

Wnioski

Zastosowanie modelowania numerycznego umożliwiło wieloaspektowe określenie biomechanicznej odpowiedzi układu stomatognatycznego w zależności od parametrów materiałowych oraz cech konstrukcyjnych szyny okluzyjnej, przy symulacji osiowych i bocznych sił. Wyniki korelują ze stanem wiedzy, potwierdzając, że szyny wykonane z elastomerów wykazują korzystne właściwości amortyzujące i redukują naprężenia w obrębie uzębienia, natomiast szyny sztywne zapewniają większą stabilność zwarcia i kontrolę przemieszczeń.

Piśmiennictwo

1. S. Wicaksono, A.I. Mahyuddin, A. Miranda, T. Dirgantara, N. Rusminah, Stress analysis of teeth, periodontal tissues, and maxilla bones due to bruxism, ASEAN Eng J, 2022, 12(4), 15–21; DOI: 10.11113/aej.v12.17735.

Integracja terapii ustno-twarzowej i fizjoterapii w kompleksowym postępowaniu u pacjentki z mózgowym porażeniem dziecięcym wymagających wentylacji mechanicznej – interdyscyplinarne podejście we współczesnej rehabilitacji

AGNIESZKA JĘDOROWICZ^{1,2}, ANNA KRZESIŃSKA-NOWACKA³

¹ Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu –
Podyplomowe Studia Logopedia Kliniczna

² VitalAire Sp. z o. o. Poznań

³ Wojewódzki Szpital Specjalistyczny we Wrocławiu
agajedorowicz@op.pl

Słowa kluczowe: fizjoterapia, mózgowe porażenie dziecięce, niedowład spastyczny
czterokończynowy, podejście interdyscyplinarne, terapia ustno-twarzowa, tracheostomia,
wentylacja mechaniczna

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Mózgowe porażenie dziecięce (MPD) jest trwałym zaburzeniem rozwoju ruchu i postawy, któremu często towarzyszą zaburzenia napięcia mięśniowego, oddychania, połykania oraz funkcji ustno-twarzowych. Współczesna rehabilitacja coraz częściej opiera się na interdyscyplinarnym łączeniu fizjoterapii i terapii logopedycznej, które umożliwia kompleksowe oddziaływanie na wzajemnie powiązane funkcje organizmu. Terapia ustno-twarzowa może wspierać regulację napięcia mięśniowego, oddychanie, połykanie i funkcje jamy ustnej, jednocześnie uzupełniając działania fizjoterapeutyczne. Celem pracy jest przedstawienie efektów zintegrowanego postępowania fizjoterapeutycznego i logopedycznego u dorosłej pacjentki z ciężką postacią MPD wymagającego wentylacji mechanicznej w następstwie zachyłstowego zapalenia płuc.

Materiały i metody

Zastosowano metodę studium przypadku 46-letniej pacjentki. Wykorzystano wywiad z matką, analizę dokumentacji medycznej, zmodyfikowaną skalę Barthel, ocenę logopedyczną i fizjoterapeutyczną oraz analizę materiałów fotograficznych i filmowych. Program terapeutyczny obejmował fizjoterapię, elementy terapii miofunkcjonalnej, ustno-twarzową terapię regulacyjną Castillo Moralesa, terapię ręki i stopy, ćwiczenia bierne, stymulację i rozluźnianie mięśni oddechowych, modyfikacje pozycji ułożeniowych dostosowanych do stanu klinicznego pacjenta oraz masaże.

Wyniki

Zaobserwowano zmniejszenie napięcia spastycznego, poprawę ruchomości w poszczególnych stawach, zmniejszenie dolegliwości bólowych oraz korzystne zmiany w zakresie funkcji ustno-twarzowych i oddychania. Efekty wymagały systematycznej kontynuacji terapii.

Wnioski

Terapia logopedyczna, szczególnie z wykorzystaniem technik ustno-twarzowych, powinna stanowić ważny element współczesnej, kompleksowej rehabilitacji pacjentów z ciężkimi zaburzeniami neurologicznymi oraz współistniejącymi zaburzeniami oddechowymi będącymi następstwem innych zdarzeń. Jej połączenie z fizjoterapią może wspierać poprawę oddychania, połykania, napięcia mięśniowego i funkcji kompleksu ustno-twarzowego. Podejście interdyscyplinarne pozwala lepiej wykorzystać zachowane możliwości pacjenta, poprawiać jego funkcjonowanie oraz zwiększać komfort i jakość życia.

Ze względu na charakter pracy, opartej na opisie przypadku, przedstawione obserwacje nie mogą być uogólnione na całą populację pacjentów. Wskazane są dalsze badania obejmujące większą liczbę pacjentów.

Piśmiennictwo

1. S. Levitt, Rehabilitacja w porażeniu mózgowym i zaburzeniach ruchu; Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2000, 372–373.
2. A. Kwolek, Fizjoterapia w neurologii i neurochirurgii; PZWL Wydawnictwo Lekarskie, Warszawa, 2014, 314.
3. A. Regner, Wybrane techniki manualne wspomagające terapię ustno-twarzową; Wydawnictwo Continuo, Wrocław, 2019, 120.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Obronność oralna u dzieci urodzonych przedwcześnie – wyzwanie współczesnej rehabilitacji

MAGDALENA KOSTKA¹, ANNA KRZESIŃSKA-NOWACKA²

¹Studentka kierunku neurologopedia kliniczna,
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

²Wojewódzki Szpital Specjalistyczny we Wrocławiu, Oddział Rehabilitacji Neurologicznej
magdalena.h.urbas@gmail.com

Słowa kluczowe: karmienie bierne, opóźniony rozwój mowy, wcześniactwo, wiotkość krtani,
wybiórczość pokarmowa

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Wcześniactwo i wiotkość krtani wywołują nadwrażliwość sensoryczną i zaburzenia funkcji pokarmowych. Anatomiczna „walka o drożność” dróg oddechowych wymusza na organizmie priorytetyzację funkcji biologicznych kosztem rozwoju mowy. Celem pracy była analiza efektów interdyscyplinarnej terapii neurologopedyczno-fizjoterapeutycznej u pacjentów z obronnością oralną, ze szczególnym uwzględnieniem wyczerpującego studium przypadku.

Materiały i metody

Praca stanowi studium przypadku dziewczynki z ciąży bliźniaczej (urodzonej w 32. tc, z dysplazją oskrzelowo-płucną, wentylowanej mechanicznie, hospitalizowanej 67 dni na OIOM). Przeprowadzono badanie podłużne w 3., 6. oraz 20. miesiącu życia pacjentki, stosując m.in. skalę NOMAS oraz kwestionariusz M. Machoś. Wielospecjalistyczna terapia trwała 17 miesięcy.

Wyniki

Brak stabilizacji centralnej tułowia i wiotkość krtani doprowadziły do powstania silnej obronności oralnej, skrajnej wybiórczości pokarmowej i nawyku otwartej jamy ustnej. Strategie kompensacyjne rodziców (karmienie we śnie i przy użyciu ekranów)

podtrzymały parametry życiowe, lecz pogłębiły bierność aparatu artykulacyjnego, skutkując brakiem rozwoju mowy w 20. miesiącu życia. Dopiero uzyskanie pionizacji ciała i samodzielnego chodu (w oparciu o NDT-Bobath) umożliwiło postęp w obszarze jedzenia i żucia

Wnioski

Prawidłowa artykulacja i pionizacja języka są ściśle uwarunkowane dojrzałością czynności prymarnych oraz ogólnym rozwojem psychomotorycznym. Wczesna, prowadzona równolegle interwencja neurologopedyczna i fizjoterapeutyczna jest kluczowa dla odwrócenia jamy ustnej i minimalizowania ryzyka opóźnień rozwoju mowy u wcześniaków.

Piśmiennictwo

1. D. Pluta-Wojciechowska, Prototypowe doświadczenia orofacialne, *Logopedia*, 2014–2015, 43–44, 43–62.
2. J. Cieszyńska-Rożek, Neurośrodowiskowe przyczyny opóźnionego rozwoju mowy w wieku niemowlęcym, *Pozn Stud Polon Ser Językozn*, 2022, 29(1), 177–196; DOI: 10.14746/psp-sj.2022.29.1.11.
3. A. Borowiec, Sprzężone zaburzenia w układzie ustno-twarzowym. Zasady współpracy w zespole terapeutycznym: ortodonta–logopeda–fizjoterapeuta, w: A. Domagała, U. Mirecka (red.), *Metody terapii logopedycznej*; Wydawnictwo UMCS, Lublin, 2018, 1039–1062.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Kolagen pod obciążeniem: struktura i mechanika ścięgien i więzadeł świni

ALEKSANDRA KRALA, ANNA NIKODEM, CELINA PEZOWICZ

Katedra Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, Wydział Mechaniczny,
Politechnika Wrocławska
aleksandra.krala@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: ACL, mikrotomografia, staw kolanowy, więzadła

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Staw kolanowy należy do najczęściej kontuzjowanych struktur układu ruchu, a leczenie uszkodzeń więzadeł obarczone jest wysokim ryzykiem powikłań i niepowodzeń zabiegów rekonstrukcji, co w dużej mierze wynika w niedopasowania właściwości mechanicznych stosowanych materiałów do tkanek natywnych. Węzadła i ścięgna, jako tkanki miękkie o naturalnie niskiej gęstości radiologicznej, są trudne do obrazowania metodą mikrotomografii, co utrudnia ich dokładną charakterystykę strukturalną. Celem pracy było opracowanie metody obrazowania mikrostruktury więzadeł i ścięgien z wykorzystaniem środków kontrastujących oraz określenie zależności między ich strukturą a właściwościami mechanicznymi. Uzyskane wyniki mogą stanowić podstawę do projektowania rozwiązań stosowanych w rekonstrukcji więzadeł i ścięgien.

Materiały i metody

Do badań wykorzystano ścięgna oraz więzadła stawu kolanowego pozyskane ze świeżej kończyny świńskiej ($n = 5$). Otrzymane próbki utrwalano w 10% formalinie przez 24h, następnie trzykrotnie płukano w PBS (ang. Phosphate-Buffered Saline), pozostawiając w świeżym roztworze PBS na kolejną dobę. Do wizualizacji tkanek wykorzystano metody kontrastowania z użyciem środków kontrastowych takich jak 10% roztwór PTA oraz 20% roztwór jodyny, w których barwiono próbki przez odpowiednio 7 i 14 dni. Wybarwione preparaty zarejestrowano przy użyciu mikrotomografu komputerowego 1273 SkyScan, Bruker®, co pozwoliło uzyskać trójwymiarową

rekonstrukcję (NRecon 2.0) włókien kolagenowych. W celu określenia właściwości mechanicznych tkanek przeprowadzono jednoosiowy test rozciągania uwodnionych więzadeł i ścięgien, wyznaczając ich charakterystyki mechaniczne.

Wyniki i wnioski

Zastosowane barwienia z użyciem środków kontrastujących takich jak PTA oraz jodyna istotnie poprawia kontrast tkanek miękkich w obrazach mikroCT. Rekonstrukcje umożliwiły wizualizację przebiegu i orientacji pęczków włókien kolagenowych zarówno w ścięgnach, jak i więzadłach, a także identyfikację struktur przyczepowych i granic anatomicznych badanych tkanek, co pozwoliło ocenić różnice mikrostrukturalne ścięgien i więzadeł. W wyniku przeprowadzonych prób jednoosiowego rozciągania uzyskano pierwsze charakterystyki mechaniczne, stanowiące punkt wyjścia do dalszej pełnej analizy biomechanicznej.

Uzyskane rekonstrukcje wykazały możliwość trójwymiarowej oceny wewnętrznej organizacji ścięgien i więzadeł, natomiast badania mechaniczne pozwoliły scharakteryzować ich odpowiedź na obciążenie. Połączenie obu metod umożliwia analizę zależności między strukturą tkanki a jej właściwościami mechanicznymi.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

„FizjoKids – małe kroki, wielkie postępy” – wyniki badań przesiewowych

**MARTA KRUPA¹, JULIA SKORUPA¹, JULIA GWARA¹, MAJA LOTKA¹,
AGATA RUPIŃSKA¹, DOMINIKA SKARUPSKA¹, KALINA ZASADA¹,
KORNELIA ZIMNA¹, MAJA PAWELEC¹, ROKSANA BRZESKOT¹, SARA NIEMIEC¹,
WERONIKA JAKUBOWIAK¹, WIKTORIA BURCZYŃSKA¹, JOANNA TOMASIK²,
MARTYNA DALECKA-SOBAŃSKA³, WIKTOR FRĄCKOWIAK⁴,
AGNIESZKA MACKIEWICZ⁵**

¹ Koło Naukowe BiomedUZ, Uniwersytet Zielonogórski

² Ośrodek Diagnostyczno-Lecznico-Rehabilitacyjny Elfik w Zielonej Górze

³ Instytut Sportu, Turystyki i Żywnienia, Uniwersytet Zielonogórski

⁴ MAZBIT sp. z o.o.

⁵ Instytut Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, Uniwersytet Zielonogórski
112644@g.elearn.uz.zgora.pl

Słowa kluczowe: badania posturalne, badanie tensometryczne, biomechanika,
fizjoterapia dzieci, wady postawy

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Projekt „FizjoKids – Małe kroki, Wielkie postępy” był realizowany w celu zwiększenia świadomości profilaktyki wad postawy oraz wspierania prawidłowego rozwoju ruchowego dzieci w wieku przedszkolnym. Celem badań było wyznaczenie parametrów biomechanicznych takich jak rozkłady i wartości sił podczas kontaktu stopy z podłożem, oraz wyznaczenie asymetrii posturalnych u dzieci w wieku przedszkolnym.

Materiały i metody

Badania miały charakter przesiewowy z powtórnią oceną po okresie interwencji ruchowej. Objęto nimi 116 dzieci w wieku 3–7 lat z przedszkola testowego. Badania obserwacyjne służyły kwalifikacji do rozszerzonego badania fizjoterapeutycznego. Wykonano również pomiary na macie tensometrycznej, natomiast w grupie wie-

kowej, obejmującej dzieci w wieku 6–7 lat, dodatkowo zastosowano Body Postural System (BPS).

Za pomocą maty tensometrycznej oceniano rozkład nacisków podszwowych, siły reakcji podłoża oraz symetrię obciążenia kończyn dolnych w warunkach statycznych i dynamicznych. System BPS wykorzystano do trójwymiarowej oceny postawy ciała i asymetrii ustawienia kończyn dolnych, ze szczególnym uwzględnieniem stóp. Pomiar przeprowadzono w dwóch terminach: w pierwszych miesiącach projektu oraz pod koniec jego trwania. Interwencja obejmowała ćwiczenia ruchowe prowadzone raz w tygodniu w każdej grupie przedszkolnej przez studentki fizjoterapii i inżynierii biomedycznej przez 10 miesięcy.

Wyniki

Na podstawie badań przesiewowych prawie 73% dzieci zakwalifikowano do dalszej konsultacji fizjoterapeutycznej. Obserwowano m.in. obniżenie wysklepienia stóp, szpotawe lub koślawe ustawienie kolan, przodopochylenie miednicy, odstające łopatki oraz zwiększoną ruchomość stawów. U większości dzieci odnotowano nieprawidłowości rozkładu obciążenia podszwowego i spłytenie łuków stopy. W ocenie końcowej u części dzieci zaobserwowano poprawę ocenianych cech postawy i stóp. Obserwacja miała charakter jakościowy, bez liczbowego określenia zmian.

Wnioski

Wysoki odsetek dzieci zakwalifikowanych do konsultacji wskazuje na potrzebę badań przesiewowych i indywidualnej oceny fizjoterapeutycznej w wieku przedszkolnym. Połączenie obserwacyjnej oceny postawy z pomiarami tensometrycznymi i BPS umożliwiło opis nieprawidłowości postawy oraz obciążenia stóp. Poprawa zaobserwowana u części dzieci po zajęciach ruchowych uzasadnia dalsze badania z ilościową oceną zmian.

Źródło finansowania badań: Projekt „FizjoKids–Małe kroki, Wielkie postępy” (nr 2025-1-PL01-ESC30-SOL-000349236) finansowany w Unii Europejskiej.

Postępowanie neurologopedyczne u pacjentów z SLA – w świetle współczesnych możliwości terapeutycznych

**ANNA KRZESIŃSKA-NOWACKA¹, AGATA TRAFALSKA²,
BEATA KACZMAREK-WDOWIAK^{2, 3}**

¹ Wojewódzki Szpital Specjalistyczny we Wrocławiu, Oddział Rehabilitacji Neurologicznej

² Wojewódzki Szpital Specjalistyczny im. J. Gromkowskiego

³ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności,
Katedra Żywienia Człowieka
anna.krzesinska@poczta.fm

Słowa kluczowe: choroneurodegeneracyjne, dysfagia, komunikacja alternatywna,
neurologopedia, stwardnienie zanikowe boczne

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Stwardnienie zanikowe boczne (SLA) jest postępującą i nieodwracalną chorobą neurodegeneracyjną, prowadzącą do stopniowej utraty sprawności ruchowej oraz zaburzeń mowy, połykania i oddychania. Współczesne postępowanie neurologopedyczne koncentruje się nie tylko na terapii objawów, ale przede wszystkim na możliwie długim podtrzymywaniu zachowanych funkcji, bezpieczeństwie pacjenta oraz jakości jego życia. Istotne znaczenie ma wczesne rozpoznanie trudności i dostosowywanie terapii do zmieniającego się stanu klinicznego.

Materiały i metody

Analizie poddano sześć przypadków pacjentów z SLA – trzy kobiety i trzech mężczyzn. Oceniano funkcje motoryczne aparatu orofacjalnego, mowę, połykanie, oddychanie oraz możliwości komunikacyjne. Na podstawie wyników diagnozy opracowywano indywidualne postępowanie neurologopedyczne, obejmujące działania ukierunkowane na podtrzymywanie funkcji oraz dostosowanie sposobu komunikacji do aktualnych możliwości pacjenta.

Wyniki

Obserwowano postępujące pogorszenie sprawności motorycznej, funkcji języka i warg, koordynacji ruchów oraz funkcji połykania. Wraz z progresją chorowiększała się potrzeba stosowania strategii kompensacyjnych i alternatywnych sposobów komunikacji. Terapia umożliwiała dostosowanie oddziaływań do aktualnego stanu pacjentów oraz wspieranie możliwie długiego zachowania samodzielności i kontaktu z otoczeniem.

Wnioski

Nadrzędnym celem opieki neurologopedycznej nie jest próba przywrócenia utraconych funkcji językowych, lecz przede wszystkim jak najdłuższe podtrzymywanie efektywnej komunikacji, zapewnienie bezpieczeństwa podczas połykania i wsparcie funkcji oddechowych, co bezpośrednio przekłada się na optymalizację jakości życia pacjenta. W strategii terapeutycznej kluczowe znaczenie ma wczesne, wdrażanie systemów komunikacji alternatywnej i wspomagającej (AAC) – jeszcze przed całkowitą utratą mowy – oraz zindywidualizowana terapia zaburzeń połykania. Efektywność tych działań jest ściśle powiązana z systematyczną oceną dynamiki stanu klinicznego chorego oraz ścisłą współpracą w ramach zespołu wielospecjalistycznego.

Piśmiennictwo

1. P. Van Damme i in., European Academy of Neurology (EAN) guideline on the management of amyotrophic lateral sclerosis in collaboration with European Reference Network for Neuromuscular Diseases (ERN EURO-NMD), *Eur J Neurol*, 2024, 31(6), e16264; DOI: 10.1111/ene.16264.
2. Navanietha Krishnaraj R., Rohith S., *Stwardnienie zanikowe boczne: wprowadzenie. ALS: patologia, diagnostyka i leczenie*; Wydawnictwo Nasza Wiedza, 2026, 68 s.; ISBN: 978-6209990359.
3. J. Kubiszewska, H. Kwieciński, Stwardnienie boczne zanikowe, *Postępy Nauk Med*, 2010, 6, 440–448.
4. P. Bała (red.), *Poradnik dla chorych na SLA/MND*; Dignitas Dolentium, Nowy Targ, 2009, wyd. 1, wersja uzupełniona 2021; ISBN: 978-83-61843-00-9.

Występowanie *Pneumocystis jirovecii* w drogach oddechowych pacjentów wentylowanych mechanicznie na Oddziale Intensywnej Terapii

BŁAŻEJ ŁUKIANOWSKI^{1, 2, 3}, MAGDALENA SZYDŁOWICZ¹,
ŻANETA ZAJĄCZKOWSKA¹, WIESŁAWA DUSZYŃSKA⁴, MARTA KICIA¹

¹ Katedra i Zakład Biologii i Parazytologii Lekarskiej,
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

² Zakład Patologii Klinicznej, Katedra Patologii Klinicznej i Doświadczalnej,
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

³ Zakład Patomorfologii, 4. Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ, Wrocław

⁴ Katedra i Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii,
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

blazej.lukianowski@umw.edu.pl

Słowa kluczowe: Pacjenci wentylowani mechanicznie, *Pneumocystis jirovecii*, nested-PCR

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Pneumocystis jirovecii to oportunistyczny grzyb zasiedlający drogi oddechowe człowieka, mogący u osób z upośledzoną odpornością powodować pneumocystozę (PCP), która u krytycznie chorych pacjentów wymagających wentylacji mechanicznej wiąże się ze śmiertelnością przekraczającą 50%. W warunkach Oddziałów Intensywnej Terapii (OIT) *P. jirovecii* może być również wykrywany w postaci bezobjawowej kolonizacji, której znaczenie kliniczne i epidemiologiczne pozostaje niejasne. Celem niniejszej pracy była ocena częstości występowania *P. jirovecii* u pacjentów OIT wentylowanych mechanicznie, niezależnie od obecności objawów ze strony układu oddechowego.

Materiały i metody

Badanie wykonano wśród 131 pacjentów OIT wymagających intubacji i wentylacji mechanicznej, od których w ciągu tygodnia od przyjęcia na oddział pobierano

aspiraty w tchawicy. Materiał pobierano do sterylnych pojemników w ramach standardowych procedur diagnostyki mikrobiologicznej. Z próbek izolowano genomowe DNA, które następnie poddawano analizie metodą nested-PCR, ukierunkowaną na amplifikację fragmentu genu mtLSU rRNA.

Wyniki

Obecność *P. jirovecii* wykryto u 17 ze 131 pacjentów (13%). Tylko u jednego pacjenta podejrzewano PCP na podstawie obrazu klinicznego i radiologicznego, a rozpoznanie potwierdzono w ramach standardowej diagnostyki. Immunosupresję stwierdzono u dziewięciu pacjentów (7%), spośród których *P. jirovecii* wykryto u jednego. Zmarło 32 pacjentów (24%), a śmiertelność nie różniła się istotnie między pacjentami z dodatnim i ujemnym wynikiem w kierunku *P. jirovecii*.

Wnioski

Częstość wykrywania *P. jirovecii* na poziomie 13% wskazuje, że rutynowa diagnostyka tego patogenu może mieć znaczenie u pacjentów OIT, szczególnie u osób wentylowanych mechanicznie, niezależnie od obecności wyraźnych objawów PCP. Wczesne wykrycie *P. jirovecii* może umożliwić identyfikację pacjentów wymagających dalszej obserwacji i oceny ryzyka rozwoju PCP.

Źródło finansowania badań: Projekt ten [2023/05/Y/NZ6/00166] uzyskał wsparcie NCN w ramach inicjatywy JPIAMR i jest realizowany w ramach akcji COST „Delve-into-Pneumocystis” (CA23142), wspieranej przez COST. Praca ta została wsparta finansowo dotacją w subwencji UMW (SUBK. A060.24.065).

Ocena wytrzymałości mechanicznej strun ścięgnistych u psa ze zdiagnozowaną chorobą zwyrodnieniową zastawki mitralnej z wykorzystaniem badań eksperymentalnych i numerycznych

AGNIESZKA MACKIEWICZ¹, IZABELA JANUS-ZIÓŁKOWSKA², JUSTYN GACH³,
IWONA STANISZEWSKA⁴, TOMASZ KLEKIEL¹, AGNIESZKA NOSZCZYK-NOWAK³

¹ Uniwersytet Zielonogórski, Katedra Inżynierii Biomedycznej

² Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Patologii

³ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
Katedra Chorób Wewnętrznych z Kliniką Koni, Psów i Kotów

⁴ Uniwersytet Zielonogórski, SKN BiomedUZ
a.mackiewicz@iimb.uz.zgora.pl

Słowa kluczowe: badania numeryczne, biomechanika, skala Whitneya, struny ścięgliste,
zastawka mitralna, zwyrodnienie śluzakowate

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Zwyrodnieniowa choroba zastawki mitralnej (*myxomatous mitral valve disease*, MMVD) należy do najczęściej rozpoznawanych schorzeń układu sercowo-naczyniowego u psów. Choroserca dotyczą szacunkowo około 10% populacji psów, a MMVD odpowiada za około 75% rozpoznawanych przypadków kardiologicznych. W przebiegu chorodochodzi m.in. do zmian strukturalnych w obrębie aparatu podzastawkowego, w tym strun ścięgnistych, co może wpływać na mechanikę zamykania i funkcjonowania zastawki mitralnej. Celem przeprowadzonych badań było określenie, z wykorzystaniem modelowania numerycznego, wpływu zmian patologicznych strun ścięgnistych związanych z MMVD na biomechaniczne funkcjonowanie zastawki mitralnej u psa z wieloletnią historią choroby.

Materiały i metody

Model badawczy stanowił przypadek 10-letniego psa rasy Cavalier King Charles Spaniel, u którego od dziewięciu lat prowadzono obserwację i diagnostykę w kierunku występujących schorzeń kardiologicznych. Badania obejmowały 4 etapy – analizę dokumentacji klinicznej, badania histologiczne, testy biomechaniczne oraz opracowanie modelu numerycznego zastawki mitralnej dla tego przypadku. Po eutanazji pobrano serce wraz z zastawką mitralną, mięśniami brodawkowatymi i strunami ścięgnistymi. Materiał pozyskanych strun ścięgnistych podzielono na próbki przeznaczone do badań histologicznych i mechanicznych. Ocenie poddano struny ścienne i przegrodowe. Badania histologiczne wykonano z zastosowaniem barwienia hematoxyliną i eozyną, czerwienią Syriusza oraz rezorcyną-fuksyną. Właściwości mechaniczne określono podczas jednoosiowej prórozcągania, a uzyskane charakterystyki siła–wydłużenie przeliczono na zależności naprężenie–odkształcenie. Na ich podstawie opracowano model numeryczny uwzględniający geometrię zastawki, strun ścięgnistych oraz mięśni brodawkowatych.

Wyniki i wnioski

W analizie histologicznej stwierdzono umiarkowane zaburzenia organizacji włókien kolagenowych, ich falistość oraz zwiększone przestrzenie w macierzy pozakomórkowej. Stopień zmian zwyrodnieniowych określono na poziomie 2 w skali Whitney’a. W badaniach mechanicznych wyższą średnią wytrzymałość uzyskano dla strun ściennych (18,8 MPa) w porównaniu ze strunami przegrodowymi (10,1 MPa). Wyniki stanowiły podstawę do odwzorowania zmienionych właściwości mechanicznych strun w modelu numerycznym zastawki mitralnej, który wykazał jej niedomykalność.

Źródło finansowania badań: Praca została wykonana w ramach projektu OPUS nr DEC-2024/55/B/NZ5/02120, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (NCN).

Ocena wpływu parametrów termicznych druku 3D PEEK na właściwości użytkowe do zastosowań biomedycznych

JUSTYNA MARCULA¹, OLIWIA KĘDZIOR², CELINA PEZOWICZ¹

¹Katedra Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, Wydział Mechaniczny,
Politechnika Wrocławska

²Koło Naukowe Biomechaników, Wydział Mechaniczny, Politechnika Wrocławska
justyna.marcula@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: PEEK, druk 3D, parametry termiczne, właściwości mechaniczne

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Polieteroeteroketon (*Polyetheretherketone*, PEEK) to wysokotemperaturowy, półkryształiczny termoplast, charakteryzujący się wysoką wytrzymałością mechaniczną, sztywnością oraz odpornością chemiczną. Materiał ten zyskał szczególne znaczenie w inżynierii biomedycznej, w tym głównie w zastosowaniu na implanty kręgosłupa, dzięki swojej biokompatybilności oraz modułowi sprężystości zbliżonemu do kości korowej. Wytwarzanie elementów z PEEK metodami przyrostowymi jest jednak wymagające ze względu na znaczną wrażliwość materiału na warunki termiczne procesu. Celem pracy była ocena wpływu parametrów termicznych podczas druku 3D na właściwości mechaniczne, strukturę wewnętrzną i cechy powierzchniowe próbek wykonanych z PEEK.

Materiały i metody

Próbki wykonano z filamentu PEEK metodą FFF, stosując cztery warianty parametrów termicznych. Temperaturę dyszy zmieniano w zakresie 410–430°C, natomiast temperaturę komory roboczej w zakresie 100–120°C. Wytworzone próbki poddano badaniom mechanicznym (test ściskania) oraz charakterystyce strukturalnej i powierzchniowej obejmującej mikrotomografię komputerową, profilome-

trię oraz pomiary kąta zwilżania w celu wyznaczenia całkowitej energii powierzchniowej.

Wyniki

Na podstawie badań mechanicznych wyznaczono wartości średniego modułu Younga wynoszące odpowiednio $2,31 \pm 0,07$ GPa dla P1, $2,61 \pm 0,09$ GPa dla P2, $2,34 \pm 0,05$ GPa dla P3 oraz $2,42 \pm 0,04$ GPa dla P4. Najwyższe wartości uzyskano dla wariantu P2, w którym zastosowano najwyższą temperaturę komory roboczej spośród analizowanych warunków procesu. Wartości całkowitej energii powierzchniowej wynosiły $40,08 \pm 1,32$ mJ/m² dla P1, $37,66 \pm 1,46$ mJ/m² dla P2, $40,27 \pm 0,59$ mJ/m² dla P3 oraz $39,12 \pm 1,05$ mJ/m² dla P4. We wszystkich wariantach dominowała składowa dyspersyjna, natomiast udział składowej polarnej był niewielki. Analiza mikroCT umożliwiła ocenę jednorodności struktury wewnętrznej, w tym obecności defektów, porów oraz nieciągłości pomiędzy warstwami materiału. Badania profilometryczne wykorzystano do oceny topografii powierzchni wydruków, w tym zmian chropowatości.

Wnioski

Uzyskane wyniki potwierdzają istotny wpływ parametrów termicznych procesu FFF na właściwości użytkowe PEEK. Zróżnicowanie parametrów procesu może zatem stanowić narzędzie do kontrolowania mechanicznej odpowiedzi oraz charakteru powierzchni wydruków PEEK przeznaczonych do zastosowań biomedycznych.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Wpływ starzenia UV na właściwości polimerów o dużej odkształcalności do zastosowań protetycznych

JUSTYNA MARCULA, ANNA NIKODEM, SYLWIA SZOTEK, CELINA PEZOWICZ

Katedra Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, Wydział Mechaniczny,
Politechnika Wrocławska
justyna.marcula@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: materiały polimerowe, promieniowanie UV, protezy kończyn, właściwości mechaniczne

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Projektowanie protez kończyn wymaga zastosowania biomateriałów zdolnych do przenoszenia powtarzalnych obciążeń i kontrolowanych odkształceń przy zachowaniu stabilnych właściwości podczas długotrwałej eksploatacji. Jednym z czynników prowadzących do degradacji polimerów jest promieniowanie ultrafioletowe (UV). Celem pracy była ocena wpływu promieniowania UV na właściwości mechaniczne i powierzchniowe wybranych termoplastów w kontekście zastosowań protetycznych.

Materiały i metody

Badaniom poddano próbki z termoplastycznego poliuretanu (TPU), polibutylenotereftalanu (PBT), polietylenu niskiej gęstości (LDPE) oraz z akrylonitrylu-butadienu-styrenu (ABS) wytworzone metodą wtrysku. Dla każdego materiału przygotowano grupę referencyjną oraz próbki ekspozycyjne na UV przez 250, 500 i 1000 h w komorze QUV. Oceniono właściwości mechaniczne w próbie jednoosiowego rozciągania oraz właściwości powierzchniowe z wykorzystaniem profilometrii, mikroskopii SEM i pomiarów kąta zwilżania.

Wyniki

Wpływ promieniowania UV na właściwości mechaniczne badanych materiałów był wyraźnie zależny od rodzaju polimeru. Dla TPU zaobserwowano wzrost po-

zornego modułu sprężystości E_{app} z $21,65 \pm 13,70$ MPa w grupie referencyjnej do $34,34 \pm 4,26$ MPa po 1000 h ekspozycji. W przypadku ABS i PBT zmiany miały charakter niemonotoniczny, z największym obniżeniem sztywności po 500 h. Dla LDPE E_{app} zmniejszył się z $102,88 \pm 10,44$ MPa do $84,65 \pm 18,16$ MPa. Zmiany powierzchniowe były najbardziej wyraźne dla LDPE, dla którego profilometria wykazała postępujący wzrost parametrów S_a , S_q , S_z i S_{vv} . Obserwacje SEM potwierdziły zależne od materiału zmiany morfologii po ekspozycji UV. Największy spadek wartości kąta zwilżania wodą odnotowano dla PBT i TPU, odpowiednio z $83,91^\circ$ do $69,66^\circ$ oraz z $75,75^\circ$ do $66,83^\circ$, podczas gdy dla LDPE zmiany miały charakter niemonotoniczny, a dla ABS wartości zmieniały się w niewielkim zakresie.

Wnioski

Uzyskane wyniki wykazały, że odpowiedź materiałów na starzenie UV zależy od rodzaju polimeru i obejmuje zarówno właściwości mechaniczne, jak i charakterystykę powierzchni. Dobierając materiały do długotrwałych zastosowań protetycznych, należy zatem uwzględniać nie tylko ich właściwości początkowe, ale także stabilność podczas długotrwałej ekspozycji na promieniowanie UV.

Źródło finansowania badań: Badania sfinansowano w ramach programu FENG.01.01 – Ścieżka SMART, umowa o dofinansowanie nr FENG.01.01-IP.01-A0F6/24-00.

Ocena możliwości zastosowania w konstrukcji stabilizatora Ilizarowa pierścieni wytwarzanych przyrostowo z tworzyw sztucznych

BARTOSZ MARTYNIUK¹, DOMINIKA REJNIAK², KAROLINA APANEL²,
PIOTR MORASIEWICZ³, JAROSŁAW FILIPIAK¹

¹ Katedra Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, Politechnika Wrocławska

² Politechnika Wrocławska

³ Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu, Instytut Nauk Medycznych, Uniwersytet Opolski
bartosz.martyniuk@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: metoda elementów skończonych (MES), pierścienie polimerowe, sztywność stabilizatora, wytwarzanie przyrostowe, zewnętrzny stabilizator cyrkularny

PREZENTACJA PŁAKATOWA

Wstęp

Celem badania była ocena możliwości zastosowania polimerowych pierścieni wytwarzanych przyrostowo jako elementów konstrukcyjnych zewnętrznych stabilizatorów cyrkularnych przeznaczonych do wydłużania kończyn u pacjentów pediatrycznych. Skoncentrowano się na weryfikacji, czy tego typu pierścienie polimerowe zapewniają odpowiednie właściwości mechaniczne, przy jednoczesnej redukcji masy aparatu oraz poprawie przezierności radiologicznej w porównaniu z konwencjonalnymi rozwiązaniami metalowymi [1, 2].

Materiały i metody

Opracowano dwa warianty konstrukcyjne pierścieni z polimeru termoplastycznego (technologia FFF), różniące się geometrią przekroju poprzecznego. Właściwości mechaniczne wyznaczono metodą elementów skończonych (MES) oraz badaniami eksperymentalnymi pod obciążeniem promieniowym i osiowym. Zbudowano modele fizyczne kompletnych aparatów zewnętrznych, które poddano testom quasi-statycznego ściskania osiowego, długotrwałego obciążania cyklicznego (100 tysięcy

cykli) oraz porównawczym badaniom radiologicznym w celu oceny wpływu pierścieni polimerowych na jakość obrazowania RTG w odniesieniu do konwencjonalnych pierścieni aluminiowych.

Wyniki

Pierścienie polimerowe wykazały 5–10-krotnie mniejszą sztywność promieniową niż element aluminiowy, jednak generowane naprężenia zredukowane nie przekroczyły granicy plastyczności materiału (< 45 MPa), zachowując charakter sprężysty. Sztywność osiowa układów z pierścieniami z PLA wyniosła 31,2–35,3 N/mm (spadek o 23–27% względem wariantu aluminiowego: 48,1 N/mm), co stanowi wartości akceptowalne klinicznie dla pacjentów pediatrycznych [3]. Testy cykliczne nie wykazały uszkodzeń ani pęknięć. W miejscach kontaktu z wkrętami Schanza zaobserwowano trwałe deformacje poniżej 90 μ m, narastające do 15 000 cyklu, które nie powodowały destabilizacji układu. Układy polimerowe zapewniły redukcję masy o 24–33% oraz spadek pochłaniania RTG, zwiększając efektywność obrazowania regeneratu [1, 2].

Wnioski

Wytwarzane przyrostowo pierścienie polimerowe o zoptymalizowanej geometrii mogą zapewnić akceptowalne parametry mechaniczne stabilizatorów cyrkularnych, oferując korzyści w postaci zmniejszenia ciężaru konstrukcji i poprawy jakości diagnostyki radiologicznej.

Piśmiennictwo

1. I. Badea, T.-G. Alexandru, D. Popescu, Feasibility and Mechanical Performance of 3D-Printed Polymer Composite External Fixators for Tibial Fractures, *Appl Sci*, 2025, 15(7), 4007; DOI: 10.3390/app15074007.
2. H.A. O'Connor, L.W. Adams, L.N. MacFadden, N.W. Skelley, 3D Printed Orthopaedic External Fixation Devices: A Systematic Review, *3D Print Med*, 2023, 9(1), 15; DOI: 10.1186/s41205-023-00180-0.
3. B. Martyniuk, P. Morasiewicz, S. Wudarczyk, S.F. Dragan, J. Filipiak, The impact of configuration of the Ilizarov fixator on its stiffness and the degree of loading of distraction rods, *Clin Biomech*, 2019, 63, 79–84; DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2019.02.020.

Transportery sodowo-glukozowe SGLT1 i SGLT2 w mięśniu sercowym świni – analiza ich znaczenia biologicznego

**JULIA NIEBORA¹, ALEKSANDRA PARTYŃSKA², DOMINIKA ŻUKOWSKA¹,
NATALIA PENCIAK¹, DOMINIKA DOMAGAŁA¹, KRZYSZTOF DATA¹,
ALEKSANDRA PIOTROWSKA², ALEKSANDRA STĘPIEŃ², DARIUSZ JANCZAK³,
TERESA WYSOCKA^{2, 4}, PIOTR DZIĘGIEL^{2, 5}, BARTOSZ KEMPISTY^{1, 6, 7, 8, 9}**

¹ Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Lekarski,
Katedra Morfologii i Embriologii Człowieka, Zakład Anatomii Prawidłowej

² Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Lekarski,
Katedra Morfologii i Embriologii Człowieka, Zakład Histologii i Embriologii

³ Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Lekarski,
Katedra i Klinika Chirurgii Naczyniowej, Ogólnej i Transplantacyjnej

⁴ Katedra Anatomii i Histologii, Collegium Medicum, Instytut Nauk o Zdrowiu, Zielona Góra

⁵ Akademia Wychowania Fizycznego im. Polskich Olimpijczyków we Wrocławiu,
Katedra Biologii Człowieka i Kosmetologii

⁶ Prestage Department of Poultry Science, North Carolina State University, Raleigh, USA

⁷ Physiology Graduate Faculty, North Carolina State University, Raleigh, USA

⁸ Center of Assisted Reproduction, Department of Obstetrics and Gynecology,
University Hospital and Masaryk University, Brno, Czech Republic

⁹ Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Instytut Medycyny Weterynaryjnej,
Katedra Chirurgii Weterynaryjnej
julia.niebora@umw.edu.pl

Słowa kluczowe: ekspresja białek, inhibitory, kardioprotekcja, mięsień sercowy,
model zwierzęcy, transport glukozy

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

GLT1 i SGLT2 to transportery sodowo-glukozowe odgrywające kluczową rolę w transporcie glukozy w organizmie. SGLT1 wykazuje wysoką ekspresję w kardio-

miocytach ludzi i zwierząt, podczas gdy obecność SGLT2 jest w nich znacznie trudniejsza do wykrycia. Mimo to w kontekście klinicznym to inhibitory SGLT2 odgrywają większą rolę. Niektóre w nich nie są jednak swoiste i charakteryzują się podwójnym mechanizmem działania, blokując zarówno SGLT2, jak i SGLT1.

Poprzez hamowanie wchłaniania węglowodanów w jelitach blokada SGLT1 wykazuje działanie kardioprotekcyjne, co może ograniczać rozwój procesów patologicznych w sercu. Z tego względu obiecującym kierunkiem badań jest poszukiwanie nowych inhibitorów SGLT o zoptymalizowanej selektywności oraz dokładne określenie ich wpływu na ochronę komórek mięśnia sercowego.

W tym kontekście analiza ekspresji SGLT1 i SGLT2 w modelu świńskim może dostarczyć cennych informacji na temat potencjalnych efektów działania tych leków.

Materiały i metody

Ekspresję SGLT oceniono metodą immunohistochemiczną z zastosowaniem przeciwciał przeciwko SGLT1 i SGLT2 w różnych obszarach mięśnia sercowego, obejmujących przedsionki, komory i uszka serca, a także przegrodę międzykomorową. Lokalizację komórkową oraz poziom ekspresji badanych białek oceniono za pomocą skali IRS.

Wyniki

Badanie immunohistochemiczne ujawniło obecność białka SGLT1 we wszystkich wycinkach serca, głównie w kardiomiocytach, gdzie zaobserwowano wyraźną dodatnią reakcję cytoplazmatyczną. Nie stwierdzono ekspresji SGLT1 w elementach zrębu mięśnia sercowego, które obejmują tkankę łączną śródmięższową i struktury naczyniowe. W przypadku SGLT2 nie wykazano swoistej ekspresji w kardiomiocytach, ani w pozostałych składnikach tkanki mięśnia sercowego. Obserwowane sporadycznie słabe zabarwienie miało charakter nieswoistego tła reakcji immunohistochemicznej.

Wnioski

Wyraźna ekspresja SGLT1 w kardiomiocytach mięśnia sercowego świni może wskazywać na jego istotny udział w procesach metabolicznych serca. Z kolei brak swoistej ekspresji SGLT2 w tkance mięśnia sercowego świni sugeruje brak bezpośredniego wpływu tego transportera na fizjologię komórek serca. Uzyskane wyniki wskazują, że potencjalne działanie kardioprotekcyjne inhibitorów SGLT2 może nie być związane z bezpośrednim oddziaływaniem na SGLT2 w tkance serca, lecz wynikać z mechanizmów ogólnoustrojowych.

Piśmiennictwo

1. M. Zhao, N. Li, H. Zhou, SGLT1: A Potential Drug Target for Cardiovascular Disease, *Drug Des Devel Ther*, 2023, 17, 2011–2023; DOI: 10.2147/DDDT.S418321.
2. S. Chen, R. Coronel, M.W. Hollmann, N.C. Weber, C.J. Zuurbier, Direct cardiac effects of SGLT2 inhibitors, *Cardiovasc Diabetol*, 2022, 21, 45; DOI: 10.1186/s12933-022-01480-1.

Wpływ modyfikacji hydrożeli alginianowych żelatyną i PVP na optymalizację ich właściwości fizykochemicznych pod kątem zastosowań biomedycznych

SARA NIEMIEC, ROKSANA BRZESKOT, WIKTORIA BURCZYŃSKA,
NIKOLA SZYFTER, JAGODA KUROWIAK, TOMASZ KLEKIEL

Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Nauk Inżynieryjno-Technicznych,
Uniwersytet Zielonogórski
112645@g.elearn.uz.zgora.pl

Słowa kluczowe: PVP, alginian sodu, hydrożele, żelatyna

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Hydrożele to obiecujące biomateriały w medycynie regeneracyjnej, których właściwości zależą bezpośrednio od rodzaju i proporcji zastosowanych polimerów [1, 2]. Celem pracy było wytworzenie i charakterystyka wieloskładnikowych hydrożeli na bazie alginianu sodu (SA), żelatyny (Gel) i poliwinylpirolidonu (PVP). W badaniach oceniono wpływ składu kompozycji na właściwości mechaniczne materiałów oraz przebieg ich degradacji in vitro w warunkach symulujących środowisko fizjologiczne.

Materiały i metody

Matryce hydrożelowe na bazie SA, PVP oraz Gel przygotowano w różnych konfiguracjach. Do usieciowania hydrożeli użyto roztworu CaCl_2 . Hydrożele wytworzono metodą odlewania z roztworu. Badania degradacji przeprowadzono w roztworze PBS (temperatura 37°C , okres 0–14 dni. Badania właściwości mechanicznych (jednoosiowe rozciąganie statyczne, prędkość 5 mm/min) wykonano na maszynie wytrzymałościowej Zwick Roell EPZ 005.

Wyniki

Degradacja w środowisku PBS potwierdziła wysoki poziom uwodnienia wszystkich hydrożeli po 14 dniach. Badania utraty masy wykazały, że hydrożele bogatsze w żelatynę szybciej ulegają degradacji. Analiza parametrów mechanicznych wykazała, że im wyższa zawartość alginianu tym większa sztywność hydrożelu. Najwyższy moduł Younga wykazał hydrożel alginianowy z dodatkiem PVP (817,34 kPa), zaś najniższą wartość wykazał hydrożel z jednoczesnym dodatkiem PVP i żelatyny (294,06 kPa). Najwyższą wytrzymałością na rozciąganie charakteryzował się hydrożel alginianowy z żelatyną (101,81 kPa).

Wnioski

Wyniki badań potwierdzają, że zmiana proporcji składników w układzie SA/PVP/Gel umożliwia regulację właściwości mechanicznych i kinetyki degradacji hydrożeli. Kluczowym czynnikiem decydującym o sztywności matrycy jest stężenie alginianu sodu.

Piśmiennictwo

1. J. Kurowiak, A. Kaczmarek-Pawelska, A.G. Mackiewicz, R. Bedzinski, Analysis of the Degradation Process of Alginate-Based Hydrogels in Artificial Urine for Use as a Bioresorbable Material in the Treatment of Urethral Injuries, *Processes*, 2020, 8(3): 304; DOI: 10.3390/pr8030304.
2. J. Sun, H. Tan, Alginate-Based Biomaterials for Regenerative Medicine Applications, *Materials*, 2013, 6(4): 1285–1309; DOI: 10.3390/ma6041285.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Charakterystyka mechaniczna ekspandowanego politetrafluoroetylenu stosowanego w produkcji stentgraftów aortalnych. Badania eksperymentalne i analiza numeryczna

KAROLINA PAWLIK¹, KONRAD PROSKE², IZABELA PATYK³,
MACIEJ ANTKIEWICZ⁴, MAGDALENA KOBIELARZ¹

¹Katedra Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, Wydział Mechaniczny,
Politechnika Wrocławska

²Student, Inżynieria biomedyczna, Wydział Podstawowych Problemów Techniki,
Politechnika Wrocławska

³Studentka, Biomechanika inżynierska, Wydział Mechaniczny, Politechnika Wrocławska

⁴Katedra Chirurgii Naczyniowej, Ogólnej i Transplantacyjnej,
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

karolina.pawlik@pwr.edu.pl, 278803@student.pwr.edu.pl, 280195@student.pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: dwuosiowa próba rozciągania, ekspandowany politetrafluoroetylen (ePTFE),
stentgraft aortalny, symulacja numeryczna

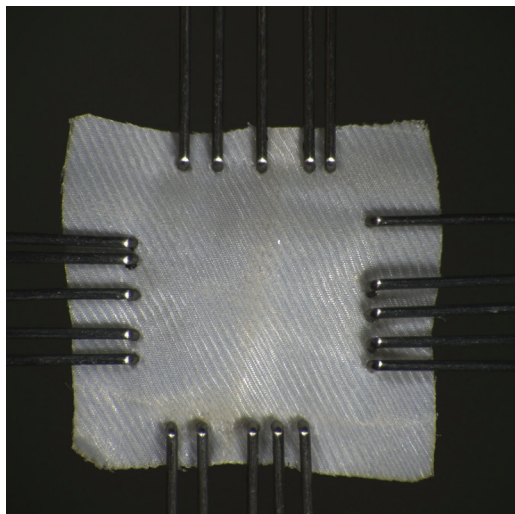
PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Stentgrafty aortalne, wykorzystywane w małoinwazyjnym leczeniu tętniaków aorty, są poddawane złożonym, wieloosiowym obciążeniom biologicznym. Jednym z kluczowych materiałów stosowanych do wytwarzania graftów jest ekspandowany politetrafluoroetylen (ePTFE). Celem pracy była eksperymentalna identyfikacja modułów sprężystości ePTFE w warunkach obciążenia dwuosiowego oraz analiza numeryczna odpowiedzi stentgraftu na obciążenie.

Materiały i metody

Próbki do badań laboratoryjnych pozyskano bezpośrednio poprzez wycięcie ze stentgraftu aortalnego Zenith AlphaTM dostarczonego przez kardiochirurga. Badania eksperymentalne przeprowadzono na dwuosiowej maszynie wytrzymałościowej



Ryc. 1. Sposób mocowania próbki w maszynie wytrzymałościowej dwuosiowej CellScale BioTester 5000.

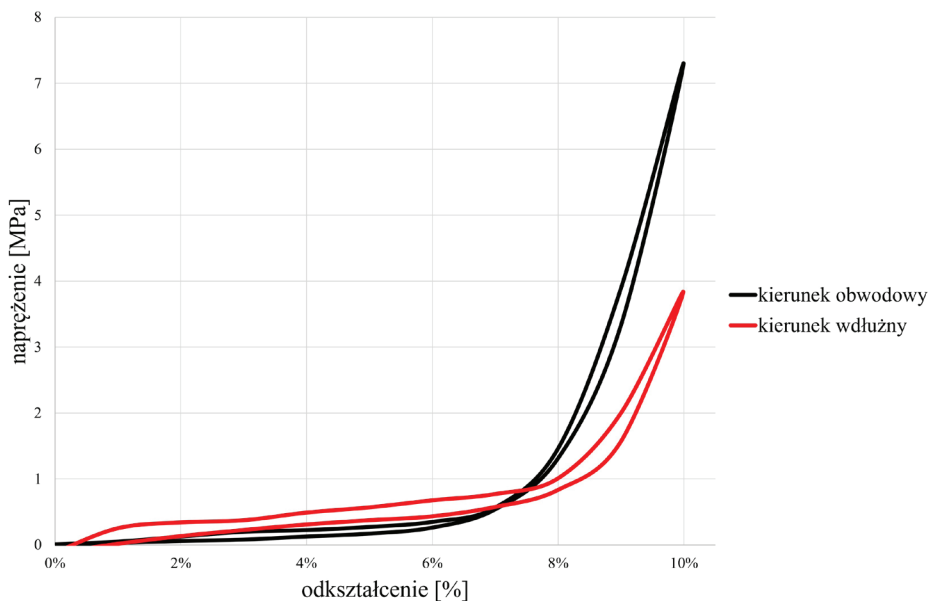
CellScale BioTester 5000, realizując prórozcągania w zakresie małych odkształceń odpowiadających fizjologicznym warunkom pracy stentgraftu (ryc. 1). Na podstawie uzyskanych krzywych naprężenie–odkształcenie wyznaczono kierunkowe moduły sprężystości materiału. Otrzymane parametry materiałowe zaimplementowano do środowiska numerycznego ANSYS 2024 R1 jako ortotropowy model materiałowy ePTFE. Zbudowano model uwzględniający geometrię implantu, a następnie przeprowadzono symulację, asprawdzić zachowanie stentgraftu podczas jego rozprężania.

Wyniki

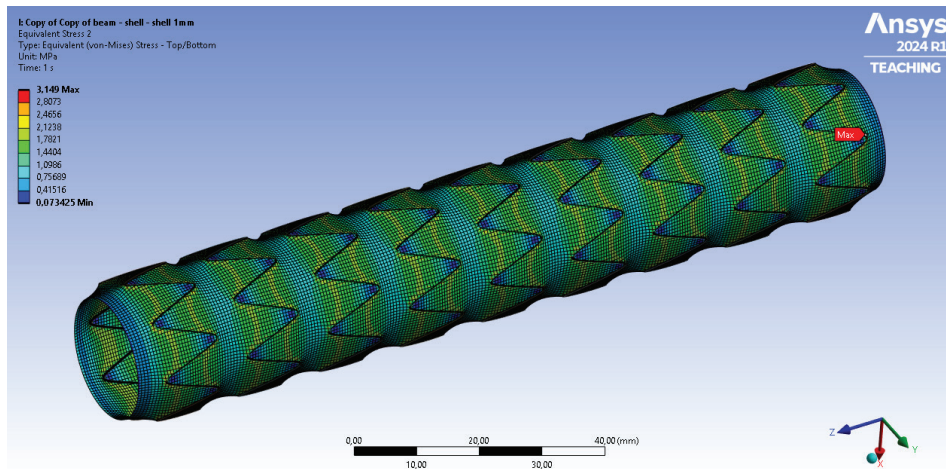
Dwuosiowe prówytrzymałościowe wykazały anizotropowe właściwości mechaniczne ePTFE w zakresie małych odkształceń. Wyznaczone wartości modułów sprężystości mieszczą się w zakresie od 5 MPa do 10 MPa (ryc. 2). Wyniki symulacji numerycznej pozwoliły na uzyskanie rozkładu naprężeń i odkształceń dla stentgraftu przewymiarowanego 10% w stosunku do średnicy zdrowego odcinka aorty. Uzyskane charakterystyki wykazały zgodność z danymi literaturowymi dotyczącymi biomechaniki stentgraftów aortalnych (ryc. 3).

Wnioski

Pozyskanie próbek bezpośrednio z wyrobu medycznego umożliwiło określenie rzeczywistych właściwości mechanicznych ePTFE stosowanego w praktyce klinicznej. Zaimplementowanie eksperymentalnie wyznaczonych modułów sprężystości wynoszących 5–10 MPa do środowiska ANSYS pozwoliło na uzyskanie najwyższych wartości naprężeń zredukowanych na poziomie 3,15 MPa, które pojawiają się miejscach łączenia stentu z graftem. Wartości te mieszczą się w bezpiecznym zakresie pracy materiału ePTFE którego granica plastyczności wynosi 6,6 MPa [1], co wyklucza ryzyko mechanicznego uszkodzenia powłoki podczas rozprężania.



Ryc. 2. Charakterystyka naprężenie–odkształcenie ePTFE w cyklu obciążania i odciążania dla kierunku obwodowego oraz wzdłużnego



Ryc. 3. Rozkład naprężeń zredukowanych von Misesa w grafie po rozprężeniu stentu

Piśmiennictwo

1. C.Z. Kleinstreuer, C.A. Li, S. Basciano, M.A. Seelecke, Farber, Computational mechanics of Nitinol stent grafts, J Biomech, 2008, 41(11): 2370–2378; DOI: 10.1016/j.jbiomech.2008.05.032.

Zabiegi medycyny estetycznej a funkcje orofacjalne – wyzwania diagnostyczne i terapeutyczne z perspektywy logopedii

MARZENA PUKSZTA-KULIŃSKA¹, ANNA KRZESIŃSKA-NOWACKA²

¹Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu,
studia podyplomowe logopedia kliniczna

²Wojewódzki Szpital Specjalistyczny we Wrocławiu
marzena.pukszta@gmail.com

Słowa kluczowe: artykulacja, dysfagia, funkcje orofacjalne, medycyna estetyczna, motoryka
narządów mowy, połykanie, propriocepcja orofacjalna

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Dynamiczny rozwój medycyny estetycznej powoduje pojawianie się nowych wyzwań w praktyce logopedycznej. Ingerencje w obrębie twarzoczaszki, nawet prawidłowo wykonane pod względem medycznym i estetycznym, mogą wpływać na motorykę, sensorykę, propriocepcję oraz wzorce czynnościowe aparatu orofacjalnego. Szczególne znaczenie problem ten zyskuje u pacjentów z deficytami neurologicznymi, u których zmieniona anatomia i właściwości tkanek mogą modyfikować obraz kliniczny.

Materiały i metody

Przeprowadzono jakościową analizę 10 wyselekcjonowanych przypadków dorosłych kobiet. Materiał obejmował subiektywne relacje dotyczące powikłań po zabiegach estetycznych. Dane poddano interpretacji logopedycznej i analizie procesowej, odtwarzającej kaskadowy łańcuch przyczynowo-skutkowy prowadzący od ingerencji tkankowej do potencjalnego deficytu funkcjonalnego.

Wyniki

Analiza wskazała na możliwość występowania barier funkcjonalnych dotyczących m.in. artykulacji, połykania, motoryki i czucia w obrębie aparatu orofacjalnego. Zidentyfikowano również potencjalne trudności diagnostyczne u pacjentów pouda-

rowych, u których efekty wcześniejszych procedur estetycznych mogą nakładać się na objawy neurologiczne i utrudniać ich interpretację.

Wnioski

Ocena pacjenta logopedycznego powinna uwzględniać szczegółowy wywiad dotyczący przebytych zabiegów estetycznych. Konieczne jest rozwijanie interdyscyplinarnej współpracy między logopedami, lekarzami i specjalistami wykonującymi procedury estetyczne. Zasadne wydaje się także wprowadzenie rozszerzonej świadomej zgody oraz dokumentacji zabiegowej uwzględniającej aspekty funkcjonalne.

Piśmiennictwo

1. N. Corduff, Sensory Symptoms Associated with Aesthetic Botulinum Toxin A Treatments, *Plast Reconstr Surg Glob Open*, 2022, 10(11): e4631; DOI: 10.1097/GOX.0000000000004631.
2. R. Mundada, S. Kohler. L. Boudabbous. Toutous A. Trellu, M. Platon. Becker, Injectable facial fillers: imaging features, complications, and diagnostic pitfalls at MRI and PET CT, *Insights Imaging*, 2017, 8(6): 557–572. DOI 10.1007/s13244-017-0575-0.
3. K.S. Beutler, B. Rzepczyk. J. Bijata, B. Lewandowski. Bożek, Świdorski, Complications associated with needle-based medical aesthetic procedures: clinical and medico-legal aspects from the Polish perspective, *Forum Dermatologicum*, 2024, 10(3): 61–70; DOI: 10.5603/fd.100842.

Ocena zgodności interpretacji zdjęć pantomograficznych przez lekarza dentystę, studenta stomatologii, stażystę oraz system AI – badanie pilotażowe za pomocą programu Prodentis

HANNA PUŻYŃSKA¹, ADAM KOZAKIEWICZ¹, WIKTOR WOJNAR²,
MAREK PUŻYŃSKI

¹ Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Wydział Lekarski

² Niezależny badacz, Wrocław

haniapuzynska@gmail.com, wiktorwojnar04@gmail.com

Słowa kluczowe: zdjęcia pantomograficzne, AI, analiza porównawcza zdjęć, diagnoza

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Narzędzia sztucznej inteligencji są wdrażane w radiologii stomatologicznej, jednak ich skuteczność kliniczna wymaga ścisłej kontroli. Celem badania było porównanie trafności diagnostycznej modelu AI w programie Prodentis, studenta oraz stażysty względem analizy doświadczonego dentysty.

Materiały i metody

Analizie poddano 49 zdjęć pantomograficznych pacjentów dorosłych. Ocenę binarną (0/1) dokonano pod kątem 7 cech klinicznych. Trafność weryfikowano przy użyciu wskaźnika Kappa Cohena (κ), ogólnej zgodności procentowej, czułości, swoistości, wartości predykcyjnych (PPV, NPV) oraz F1-score.

Wyniki

W ocenie całościowej najwyższy poziom zgodności ze standardem referencyjnym uzyskał student, przewyższając stażystę oraz model DentalAI. Wszyscy oceniający osiągnęli zbliżoną, wysoką zgodność całkowitą (> 95%) i swoistość (> 97%), co wynikało z przewagi struktur prawidłowych w próbie. W analizie poszczególnych cech model AI osiągnął wyniki porównywalne do ludzi w detekcji struktur o silnym

kontraście: implantów, leczenia kanałowego i wypełnień. Istotną słabość algorytmu wykazano w rozpoznawaniu zmian okołowierzchołkowych, zębów zatrzymanych oraz próchnicy. Analiza anatomii łuków wykazała obniżenie zgodności u wszystkich badanych w rejonie siekaczy oraz górnych zębów trzonowych, co wiąże się z nakładaniem cieni struktur anatomicznych.

Wnioski

Diagnozy ludzcy przewyższają model DentalAI, przede wszystkim pod względem czułości detekcji patologii. Algorytm sprawdza się w automatyzacji diagramu w stomatologii odtwórczej, jednak wykazuje wysoką fałszywą alarmowość przy zmianach okołowierzchołkowych oraz niską czułość w detekcji próchnicy i zębów zatrzymanych. W obecnej formie DentalAI nie może funkcjonować jako samodzielne narzędzie przesiewowe, lecz może pełnić rolę systemu pomocniczego pod nadzorem lekarza.

Piśmiennictwo

1. Turosz N, Chęcińska K, Sielski M i in. Applications of artificial intelligence in the analysis of dental panoramic radiographs: an overview of systematic reviews. *Dentomaxillofac Radiol*, 2023, 52(7): 20230277.
2. Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. *J Dent Res*, 2020, 99(7): 769–774; DOI: 10.1177/0022034520915714.

Automatyczna segmentacja tkanek twardych i miękkich w obrazach CBCT – zastosowanie kliniczne systemu 5D z ClearBone (Ray Co., Ltd.)

MICHAŁ PUŻYŃSKI¹, MAREK PUŻYŃSKI²

¹ Uniwersytet Radomski; kierunek lekarski

² Niezależny badacz, Wrocław
mm.puzynski@gmail.com

Słowa kluczowe: CBCT, ClearBone, diagnostyka obrazowa, planowanie leczenia
stomatologicznego, segmentacja obrazu, stomatologia cyfrowa, tkanki miękkie, tkanki twarde,
uczenie maszynowe

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Tomografia komputerowa wiązki stożkowej (CBCT) jest podstawowym narzędziem diagnostycznym w stomatologii i chirurgii szczękowo-twarzowej. Manualna segmentacja struktur anatomicznych jest czasochłonna i podatna na indywidualną ocenę operatora. System 5D z technologią ClearBone (Ray Co., Ltd.) wykorzystuje uczenie maszynowe do automatycznej segmentacji tkanek twardych i miękkich. Celem pracy była ocena przydatności klinicznej tego rozwiązania w analizie obrazów CBCT.

Materiały i metody

Analizie poddano skany CBCT wykorzystywane w planowaniu leczenia stomatologicznego, w szczególności implantologicznego i ortodontycznego. Obrazy DICOM przetwarzano w systemie 5D z wykorzystaniem modułu ClearBone. Oceniano możliwość automatycznego wyodrębniania struktur kostnych, zębowych i tkanek miękkich, jakość uzyskiwanych modeli 3D, czas przygotowania danych oraz zakres koniecznej korekty manualnej. Uwzględniono również możliwość integracji danych CBCT z danymi skanu twarzy RAYFace.

Wyniki

Automatyczna segmentacja umożliwiła szybkie uzyskanie trójwymiarowych modeli struktur anatomicznych i ograniczyła konieczność ręcznego opracowywania danych. Uzyskane modele były przydatne do diagnostyki, wizualizacji oraz planowania leczenia. W wybranych obszarach, szczególnie przy niskiej gęstości tkanek oraz w obecności artefaktów metalicznych, konieczna była dodatkowa korekta operatora. Integracja danych CBCT i RAYFace pozwalała na kompleksową ocenę struktur zębowych, kostnych i morfologii twarzy.

Wnioski

System 5D z ClearBone stanowi zaawansowane i efektywne narzędzie wspomagające automatyczną segmentację tkanek w obrazach CBCT, skracając czas pracy klinicysty, poprawiając precyzję planowania zabiegów i komunikację z pacjentem. Może być z powodzeniem stosowany w codziennej praktyce klinicznej, choć w wybranych przypadkach zalecana jest weryfikacja i korekta wyników przed zastosowaniem klinicznym.

Źródło finansowania badań: Badanie sfinansowano ze środków własnych autora; nie uzyskano zewnętrznego finansowania.

Piśmiennictwo

1. K.F. Hung, C. Montalvao, R. Tanaka, T. Kawai, M.M. Bornstein, The use and performance of artificial intelligence applications in dental and maxillofacial radiology: A systematic review, *Dentomaxillofac Radiol*, 2020, 49(1): 20190107; DOI: 10.1259/dmfr.20190107.
2. S. Kapila, R.S. Conley, W.E. Harrell Jr., The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics, *Dentomaxillofac Radiol*, 2011, 40(1): 24–34; DOI: 10.1259/dmfr/12615645.
3. Ray Co., Ltd., Dokumentacja systemu 5D i modułu ClearBone; Ray Co., Ltd., 2023.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Wykorzystanie odpadów bawełnianych przez larwy *Galleria mellonella*

ADRIANNA PYRA¹, ADAM JUNKA², PIOTR MŁYNARZ¹

¹Katedra Biochemii, Biologii Molekularnej i Biotechnologii, Politechnika Wrocławska

²Pracownia Unikalnych Modeli Aplikacyjnych, Zakład Technologii Translacyjnych,
Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
adrianna.pyra@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: *Galleria mellonella*, bawełna, biodegradacja, lipidomika, metabolomika,
odpady odzieżowe

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Rosnąca ilość odpadów tekstylnych wymaga opracowania alternatywnych metod ich zagospodarowania. Larwy *Galleria mellonella* wykazują zdolność do wykorzystywania różnych trudno biodegradowalnych materiałów jako substratów (1), jednak ich zdolność do przetwarzania bawełny odzieżowej oraz związane z tym zmiany metaboliczne pozostają słabo poznane. Celem pracy była ocena możliwości spożywania i częściowego przetwarzania włókien bawełnianych przez larwy *G. mellonella* oraz charakterystyka ich odpowiedzi metabolicznej.

Materiały i metody

Larwy *G. mellonella* karmiono materiałem bawełnianym pochodzącym w odzieży oraz poddanym wstępnej obróbce enzymatycznej i namaczaniu w roztworze sacharozy. Stopień wykorzystania substratu oceniano na podstawie zmian jego masy. Profile metabolomiczne analizowano za pomocą ¹H NMR oraz LC-MS w trybach jonizacji dodatniej i ujemnej, natomiast profil lipidomiczny określono metodą LC-MS.

Wyniki

Larwy spożywały materiał bawełniany, a zastosowanie odpowiedniej obróbki wstępnej zwiększało jego pobranie. Obserwowano również obecność włókien bawełnianych w odchodach i kokonach. Analizy metabolomiczne i lipidomiczne wyka-

zały wyraźne różnice pomiędzy larwami karmionymi bawełną, standardową dietą i pozbawionymi pokarmu. Szczególnie widoczne były zmiany w metabolizmie aminokwasów, cyklu TCA, metabolizmie puryn i pirymidyn oraz metabolizmie glicerofosfolipidów. Zmiany poziomów metabolitów i lipidów wskazują na odmienny stan metaboliczny larw karmionych bawełną, różniący się zarówno od normalnego żywienia, jak i głodzenia.

Wnioski

Larwy *Galleria mellonella* wykazały zdolność do spożywania i częściowego przetwarzania materiału bawełnianego. Zastosowanie obróbki wstępnej zwiększyło jego wykorzystanie przez larwy. Uzyskane zmiany w profilach metabolomicznym i lipidomicznym wskazują na specyficzną odpowiedź metaboliczną larw związaną z wykorzystaniem bawełny jako nietypowego substratu pokarmowego.

Piśmiennictwo

1. C.M.R. H.C. Lemoine, C.M. Grove. B.J. Smith. Cassone, A Very Hungry Caterpillar: Polyethylene Metabolism and Lipid Homeostasis in Larvae of the Greater Wax Moth (*Galleria mellonella*), *Environ Sci Technol*, 2020, 54(22): 14706–14715; DOI: 10.1021/acs.est.0c04386.

Trening mentalny a kontrola relaksacji mięśni szkieletowych: od aktywności kory mózgu do aktywności mięśni szkieletowych

MAGDALENA SIEMIATYCKA, ŁUKASZ KAMIŃSKI, JOANNA MENCEL,
KATARZYNA KISIEL-SAJEWICZ

Katedra Fizjoterapii w Dysfunkcjach Układu Ruchu i Kinezyjologii, Wydział Fizjoterapii,
Akademia Wychowania Fizycznego im. Polskich Olimpijczyków we Wrocławiu
magdalena.siemiatycka@awf.wroc.pl

Słowa kluczowe: EEG, EMG, relaksacja mięśni, trening mentalny

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Trening mentalny (MT), oparty na powtarzającym wyobrażaniu ruchu wspomaga poprawę funkcji motorycznych poprzez aktywację i adaptację mechanizmów neuronalnych zaangażowanych w jego rzeczywiste wykonywanie [1]. MT prowadzi również do wzrostu siły mięśniowej wskutek adaptacji zachodzących na poziomie ośrodkowego układu nerwowego [2]. Celem pracy była ocena wpływu 4-tygodniowego treningu mentalnego na czynność bioelektryczną kory mózgu i mięśni podczas relaksacji mięśni szkieletowych.

Materiały i metody

W badaniu uczestniczyło 25 zdrowych, praworęcznych osób (12 kobiet i 13 mężczyzn) w wieku 25 ± 3 lata. MT obejmował kinestetyczne wyobrażenie sięgania i chwytania książki dominującą kończyną górną. Podczas sesji pomiarowych przed i po MT osoba badana wykonywała trzy maksymalne izometryczne skurcze dowolne (MVIC), a następnie 40 skurczów submaksymalnych na poziomie 20% MVIC, podczas których rejestrowano aktywność bioelektryczną kory mózgu za pomocą 128-kanałowego systemu EEG oraz aktywność bioelektryczną mięśni odwodziela krótkiego kciuka i międzykostnego grzbietowego palca pierwszego za pomocą sEMG. Amplitu-

dy sygnałów analizowano za pomocą wieloczynnikowej analizy wariancji w ramach ogólnego modelu liniowego dla powtarzanych pomiarów. Przyjęto poziom istotności statystycznej $P \leq 0.05$.

Wyniki

Nie wykazano istotnego wpływu MT na amplitudę sygnału EEG ($F = 0.283$; $p = 0.600$; $\eta^2p = 0.012$) oraz różnic między półkulami ($F = 0.310$; $p = 0.583$; $\eta^2p = 0.013$). Stwierdzono istotny wpływ lokalizacji elektrod ($F = 2.719$; $p = 0.043$; $\eta^2p = 0.102$). MT nie wpłynął istotnie na amplitudę sygnału EMG ($F = 0.422$; $p = 0.522$; $\eta^2p = 0.017$), zaobserwowano istotne różnice między mięśniami ($F = 7.208$; $p = 0.013$; $\eta^2p = 0.231$).

Wnioski

Czterotygodniowy trening mentalny nie spowodował istotnych zmian aktywności bioelektrycznej kory mózgu związanej z kontrolą relaksacji oraz zmian aktywności bioelektrycznej badanych mięśni.

Źródło finansowania badań: NCN, nr grantu: DEC-2011/03/B/NZ7/00588.

Piśmiennictwo

1. F. Li, T. Zhang, B.J. Li, W. Zhang, J. Zhao, L.P. Song, Motor imagery training induces changes in brain neural networks in stroke patients, *Neural Regen Res*, 2018, 13(10): 1771–1781; DOI: 10.4103/1673-5374.238616.
2. V.K. Ranganathan, V. Siemionow, J.Z. Liu, V. Sahgal, G.H. Yue, From mental power to muscle power—gaining strength by using the mind, *Neuropsychologia*, 2004, 42(7): 944–956; DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2003.11.018.

Porównawcza analiza metabolomiczna toksyczności nanocząstek srebra i złota u larw organizmu modelowego *Galleria mellonella*

WERONIKA SKORUPIŃSKA¹, ADAM JUNK², PIOTR MŁYNARZ¹

¹ Katedra Biochemii, Biologii Molekularnej i Biotechnologii, Wydział Chemiczny,
Politechnika Wrocławska

² Pracownia Unikalnych Modeli Aplikacyjnych, Zakład Technologii Translacyjnych,
Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
weronika.skorupinska@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: *Galleria mellonella*, NMR, Słowa kluczowe: Nanocząstki srebra i złota,
metabolomika

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Nanocząstki srebra i złota są szeroko stosowane w biomedycynie. Jednak mimo ich potencjału terapeutycznego nadal brakuje szczegółowych badań wyjaśniających wpływ nanocząstek na metabolizm organizmów żywych, zwłaszcza w odniesieniu do kompleksowej charakterystyki zmian i zaangażowanych szlaków metabolicznych [1]. Model *Galleria mellonella* jest coraz wykorzystywany w nanotoksykologii ze względu na rozwinięty układ odpornościowy, prostotę oraz ekonomię hodowli, a także dobrą zgodność odpowiedzi fizjologicznych z modelami ssaczymi [2, 3]. Celem niniejszego badania była ocena wpływu nanocząstek srebra i złota na metabolizm larw *Galleria mellonella* z wykorzystaniem analiz metabolomicznych opartych na spektroskopii protonowego magnetycznego rezonansu jądrowego.

Materiały i metody

Larwy o standaryzowanej masie 220–270 mg poddano iniekcji nanocząstkami srebra lub złota w różnych dawkach (0,1–100 µg/larwa). Następnie przygotowano

ekstrakty metaboliczne z wykorzystaniem ekstrakcji metodą Folcha i wykonano analizę metodą ^1H NMR.

Wyniki i wnioski

Najbardziej wyraźne zmiany dotyczyły metabolizmu energetycznego, konkretnie poziomu mleczanu, bursztynianu i fumaranu, które sugerują zaburzenia glikolizy oraz cyklu TCA. Obserwowane są również istotne dysregulacje metabolizmu aminokwasów. Zmiany dotyczyły szczególnie aminokwasów rozgałęzionych. Odnotowano zaburzenia metabolitów cholinowych związane z metabolizmem fosfolipidów błonowych. Ich zmieniony poziom może sugerować remodeling błon komórkowych oraz stres oksydacyjny indukowany. Zaobserwowano dwa odmienne typy odpowiedzi metabolicznej. Nanocząstki srebra wywołują intensywniejszy stres metaboliczny, bardziej nasilone zaburzenia energetyczne, oraz silniejszy cytotoksyczny efekt. Natomiast nanocząstki złota powodują bardziej uporządkowaną odpowiedź adaptacyjną.

Piśmiennictwo

1. A.F. Burlec i in., Current Overview of Metal Nanoparticles Synthesis, Characterization, and Biomedical Applications, with a Focus on Silver and Gold Nanoparticles, Pharmaceuticals, 2023, 16(10): 1410; DOI: 10.3390/ph16101410.
2. Z. Stępnicka, N. Piórkowska, M. Brożyna, T. Matys, A. Junka, Systematic Review of Artificial Intelligence Use in Behavioral Analysis of Invertebrate and Larval Model Organisms: Methods, Applications and Future Recommendations, bioRxiv, 2025; DOI: 10.1101/2025.10.16.682789.
3. K. Ignasiak, A. Maxwell, Galleria mellonella (greater wax moth) larvae as a model for antibiotic susceptibility testing and acute toxicity trials, BMC Res Notes, 2017, 10, 428; DOI: 10.1186/s13104-017-2757-8.

Zastosowanie cyfrowej korelacji obrazu do oceny aktywności mięśnia skroniowego *in vivo* podczas jednostronnego żucia – badanie wstępne

PRZEMYSŁAW STRÓŻYK

Politechnika Wrocławska
przemyslaw.strozyk@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: cyfrowa korelacja obrazu, jednostronne żucie, mięśnie unoszące żuchwę, narząd żucia

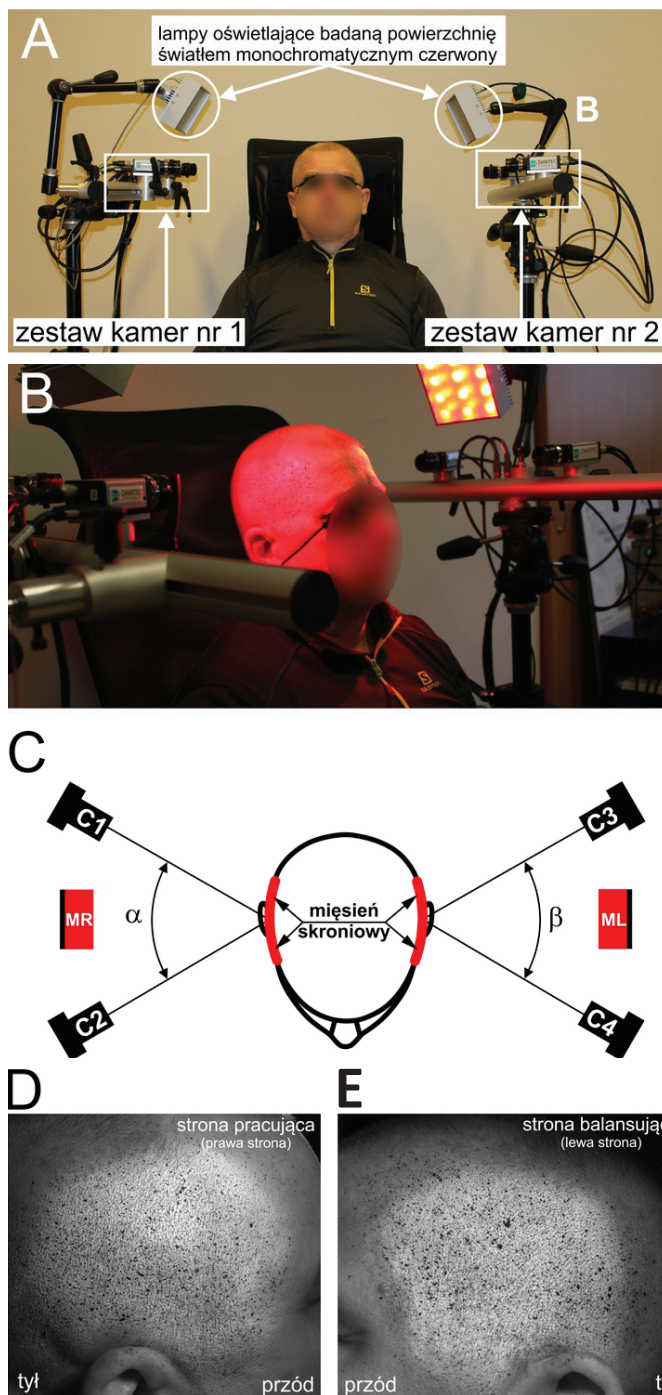
PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Niniejsza praca koncentruje się na wykorzystaniu cyfrowej korelacji obrazu (DIC) do ciągłego, bezkontaktowego odwzorowywania przestrzennej deformacji mięśnia skroniowego *in vivo* podczas jednostronnego żucia. Cel badawczy obejmował analizę przemieszczeń prostopadłych skóry (wybrzuszenia mięśnia) jako kinematycznego wskaźnika jego aktywności. Badano dynamikę cyklu żucia w zdefiniowanych podobszarach anatomicznych mięśnia po stronie pracującej i balansującej dla trzech pokarmów (ser, jabłko, baton).

Materiały i metody

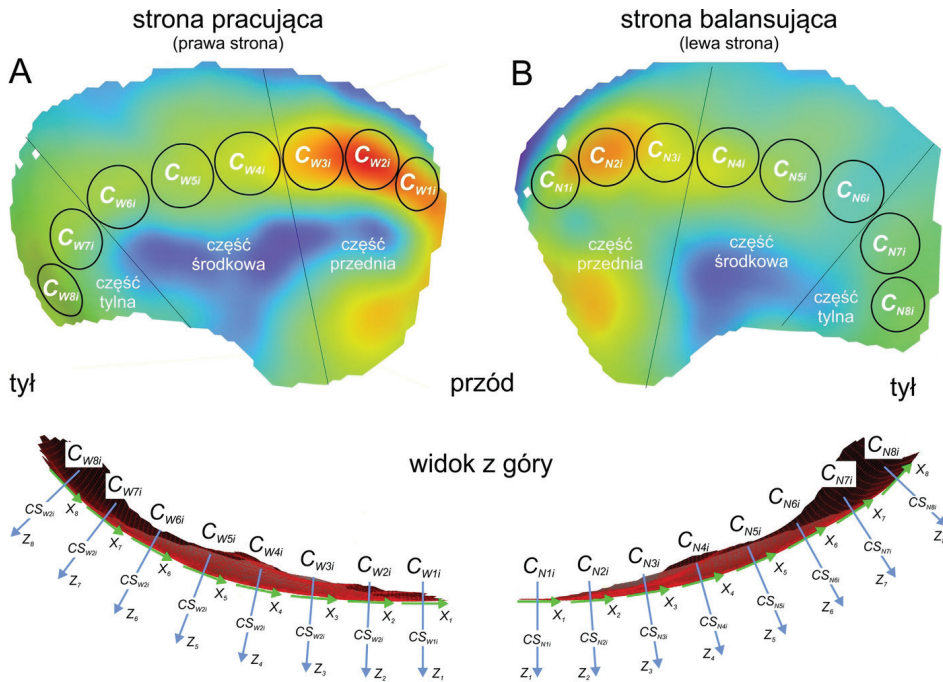
Przebadano 8 zdrowych mężczyzn (średni wiek: $36,6 \pm 9,4$). Do pomiarów wykorzystano system DIC Dantec Q400 (Dantec Dynamics, Dania) na autorskim stanowisku pomiarowym (ryc. 1A). Przed pomiarem na odtłuszczonej skórze naniesiono stochastyczny wzór czarno-białych plamek (rys. 1D i 1E) i wykonano kalibrację układu dla fizjologicznej pozycji spoczynkowej żuchwy – tzw. zdjęcie referencyjne. Rejestrację przemieszczeń prowadzono od chwili odgryzienia kęsa pokarmu aż do jego połknięcia. Przed analizą obszar mięśnia podzielono na 8 funkcjonalnych podobszarów (z lokalnym układem współrzędnych), przyporządkowanych do jego trzech części anatomicznych (ryc. 2). Dla każdego uczestnika wykonano po cztery powtórzenia dla każdego z trzech produktów – co dało łącznie 96 pomiarów (po 32 pomiary produkt).



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego do pomiaru aktywności mięśnia skroniowego metodą DIC podczas jednostronnego żucia wybranych pokarmów: **A** podstawowe elementy stanowiska, **B** uczestnik w okularach ochronnych oświetlony monochromatycznym światłem czerwonym, **C** schemat rozmieszczenia kamer (GigE-5 Mpx, obiektywy Xenoplan 1.4/17) oraz oświetlenia względem mięśni skroniowych, **D** i **E** przykłady stochastycznego wzoru czarno-białych plam (widok na żywo) wygenerowanego przez oprogramowanie Istra 4D v4.6 x 64 (Dantec Dynamics A/S, Skovlunde, Dania), odpowiednio dla prawej i lewej strony głowy. Oznaczenia: zestaw kamer nr I (C1 i C2), zestaw kamer nr II (C3 i C4), MR – oświetlenie po prawej stronie, ML – oświetlenie po lewej stronie; kąty stereoskopowe α i β , odpowiednio po stronie pracującej (W) i balansującej (N)

Wyniki

Aktywność mięśnia przebiegała według dwóch odrębnych cykli: dwustronnego niesymetrycznego (CD) w przedniej i środkowej części mięśnia oraz jednostronnego dodatniego (CJ) w części tylnej (ryc. 3 i 4). Test Wilcozona wykazał istotną funkcjonalną asymetrię między stroną pracującą a balansującą ($p < 0,05$), natomiast test Friedmana udowodnił, że tekstura pokarmu wpływa na lokalną kinematykę mięśnia [1].



Ryc. 2. Warstwy przemieszczeń **(A)** z zaznaczonym podziałem mięśnia skroniowego na podobszary (C_{ki}) i **(B)** położenie lokalnych układów współrzędnych (CS_{ki}). ($I = W, N$); ($k = 1, 2, \dots, 7, 8$); ($i = s, j, b$).

Wnioski

Metoda DIC umożliwia skuteczną, bezkontaktową i precyzyjną ocenę lokalnej aktywności mięśnia skroniowego *in vivo*.

Poszczególne części anatomiczne mięśnia wykazują zróżnicowanie kinematyczne, dostosowując wzorce skurczu w zależności od badanego obszaru.

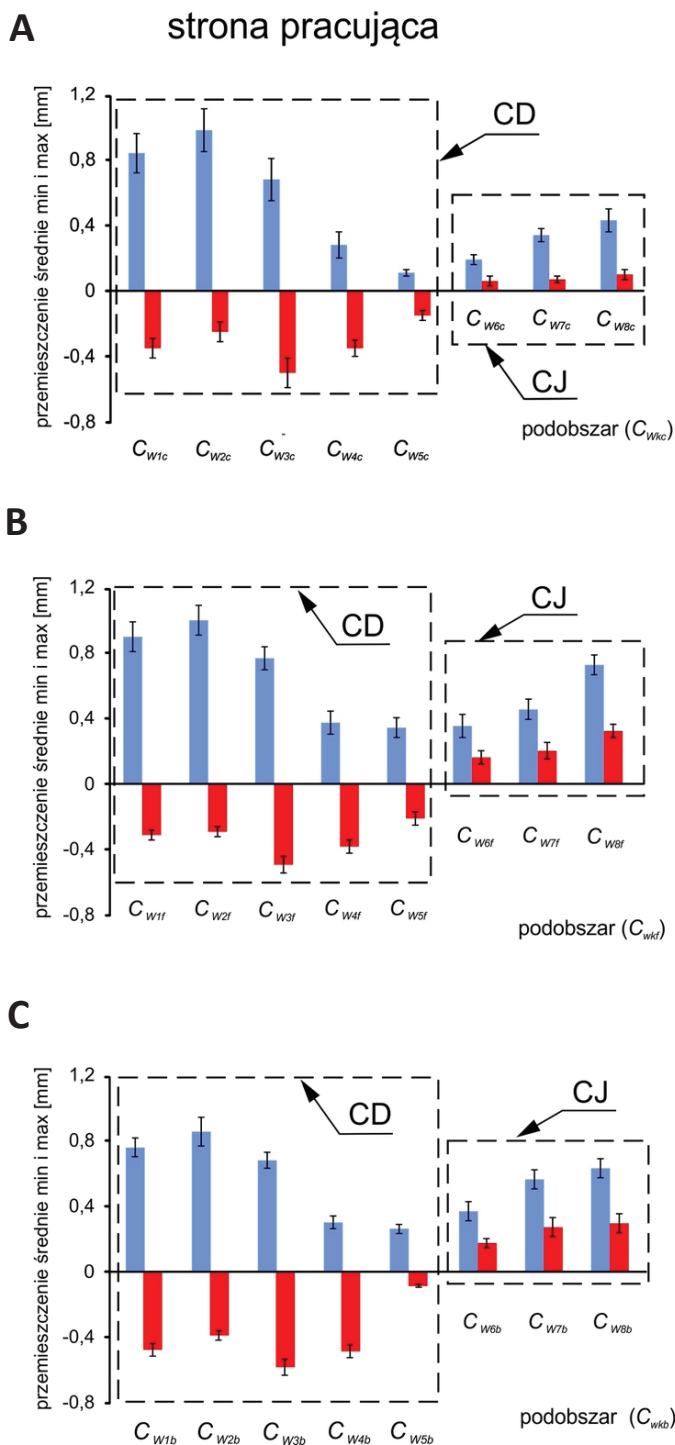
Parametry fizyczne pokarmu wpływają na lokalną biomechanikę mięśnia skroniowego, co należy uwzględnić podczas planowania testów czynnościowych.

Piśmiennictwo

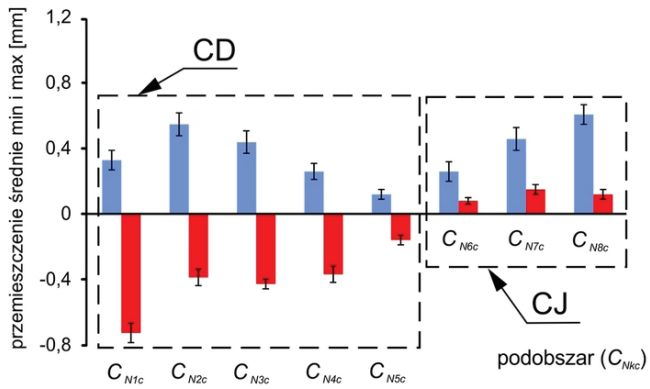
1. Stróżyk, Application of digital image correlation to study the activity and functional heterogeneity of the human temporalis muscle *in vivo* during unilateral chewing: a preliminary study, *Front Bioeng Biotechnol*, 2026, 14: 1767695; DOI: 10.3389/fbioe.2026.1767695.

Rys. 3. Wartości średnie przemieszczenia maksymalnego (kolor niebieski) i minimalnego (kolor czerwony) dla podobszarów (C_{Wki}), (C_{Nki}) w zależności od rodzaju pokarmu (i) oraz strony żuchwy, tj. strony pracującej (W) i strony balansującej (N). Linia przerywana oznacza podobszary, których aktywność charakteryzuje się cyklem dwustronnym (CD) i cyklem jednostronnym dodatnim (CJ);

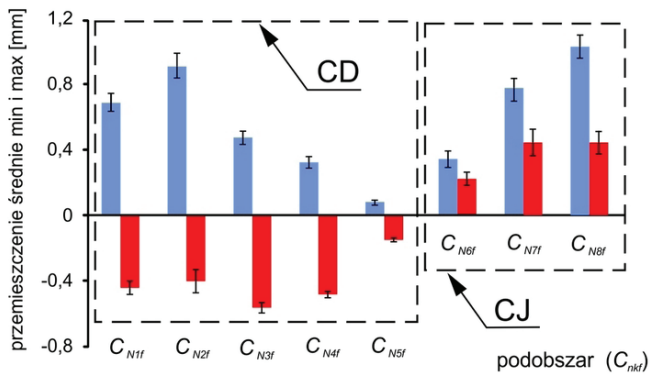
(A) ser Gouda (s),
 (B) jabłko (j)
 i (C) baton piernikowy (b). ($k = 1, 2, \dots, 7, 8$);
 ($i = s, j, b$).



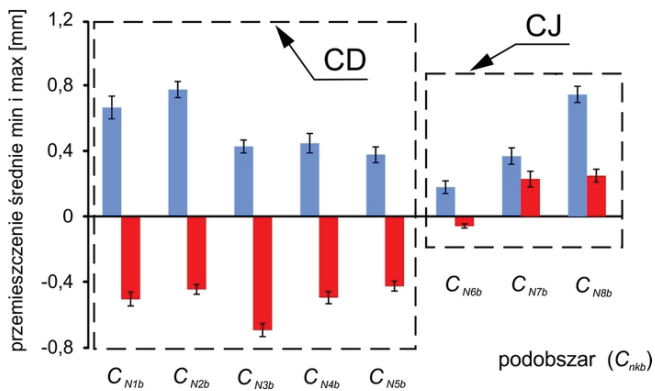
A strona balansująca



B



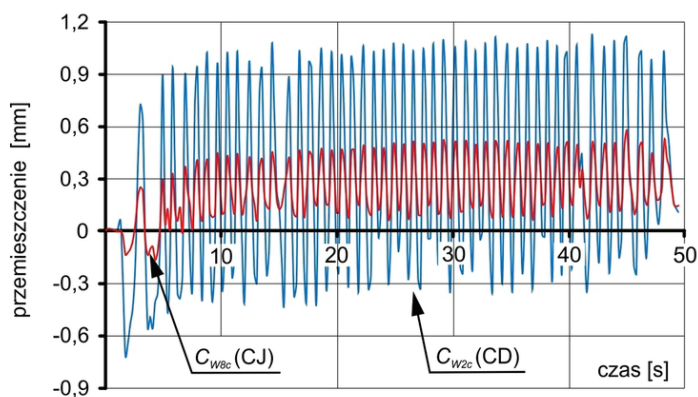
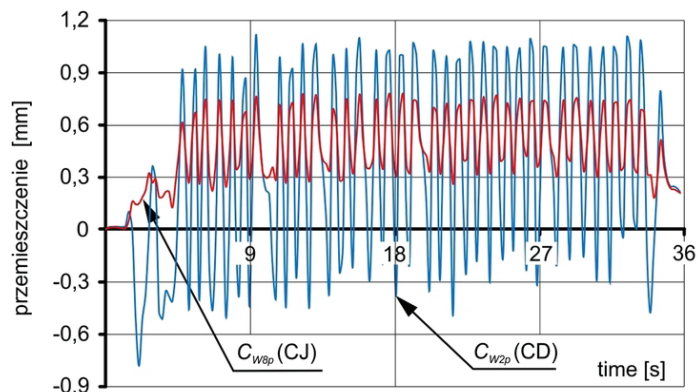
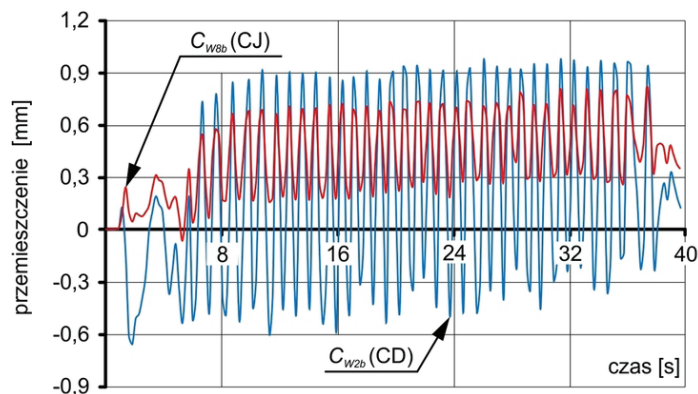
C



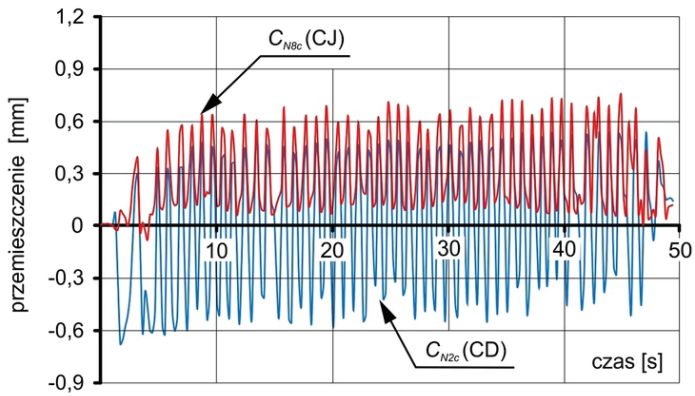
Rys. 4. Przykładowe wykresy (uczestnik P5) przemieszczeń w lokalnym układzie współrzędnych dla podobna-rów strony pracującej (C_{W2i} , C_{W8i}) i balansującej (C_{N2i} , C_{N8i}), zarejestrowane przy maksymalnej aktywności mięśnia skroniowego podczas jednostronnego żucia; (A) ser Gouda (s), (B) jabłko (j) i (C) baton piernikowy (b). ($k = 1, 2, \dots, 7, 8$); ($i = s, j, b$).

A

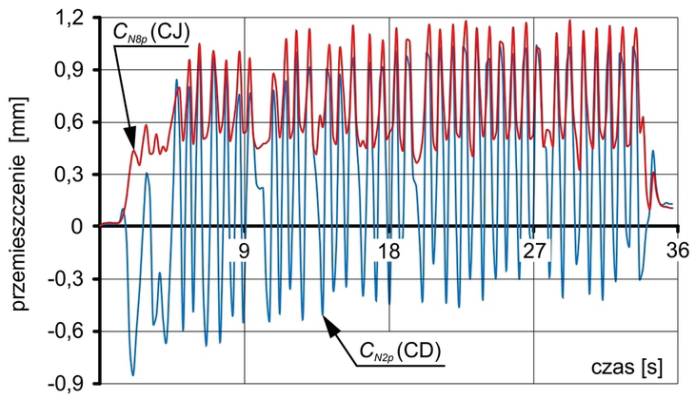
strona pracująca

**B****C**

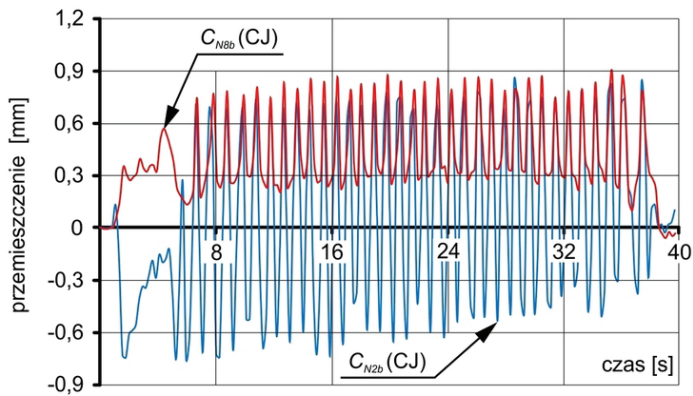
A strona balansująca



B



C



XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Koherentne źródła średniej podczerwieni do zastosowań w medycynie i biologii

**SŁAWOMIR SUJECKI¹, ŁUKASZ SÓJKA¹, ŁUKASZ PAJEWSKI¹, ANGELA SEDDON²,
MARK FARRIES², DAVID FURNISS², SAMIR LAMRINI³**

¹ Politechnika Wrocławska

² The University of Nottingham

³ LIMA Photonics GmbH

slawomir.sujecki@pwr.edu.pl, lukasz.sojka@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: źródła światła, diagnostyka medyczna, spektroskopia optyczna

PREZENTACJA PLAKATOWA

Cel pracy

Koherentne źródła światła na zakres średniej podczerwieni mają wiele zastosowań w medycynie, biologii, chemii i telekomunikacji [1]. W medycynie światło z zakresu średniej podczerwieni jest wykorzystywane w diagnostyce. Światło z zakresu średniej podczerwieni jest bowiem intensywnie absorbowane przez tkankę ludzką i zwierzęcą. Zaletą światła z zakresu średniej podczerwieni jest jego niska energia w porównaniu ze światłem z zakresu widzialnego. Ponadto w porównaniu z metodami opartymi o zjawisko Ramana, metody diagnostyczne oparte o bezpośrednią absorpcję światła przez tkankę ludzką lub zwierzęcą działają skutecznie przy zastosowaniu dużo mniejszych natężeń wiązki świetlnej. To z kolei prowadzi do znacznego ograniczenia tak zwanego zjawiska foto-toksyczności. Metody diagnostyczne, które wykorzystują światło z zakresu średniej podczerwieni są zatem predestynowane do diagnostyki in vivo zarówno w przypadku tkanki ludzkiej jak i zwierzęcej. Szczególną rolę w wielu zastosowaniach odgrywają źródła światła koherentnego. Głównym celem tej pracy jest zatem badanie koherentnych źródeł światła zrealizowanych przy wykorzystaniu włókien ze szkła fluorkowego, które domieszkowano jonami erbu.

Materiał i metody

W ramach przeprowadzonych badań zrealizowano w laboratorium laser włóknowy ze szkła fluorkowego domieszkowanego jonami erbu. Utworzono układ pomia-

rowy do analizy promieniowania generowanego przez zrealizowany laser. Następnie przy zastosowaniu detektora i oscyloskopu zarejestrowano kształt sygnału mocy wyjściowej lasera przy pobudzeniu impulsem prostokątnym pompy.

Wyniki

W wyniku pobudzenia jonów lantanowców w matrycy szkła fluorkowego otrzymano szereg czasowych zależności mocy wyjściowej lasera od mocy pompy. Otrzymane wyniki porównano z wynikami obliczeń numerycznych, które przeprowadzono przy zastosowaniu wstępnie skalibrowanego modelu lasera włóknowego w dziedzinie czasu.

Wnioski

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że analiza zbocza opadającego impulsu wyjściowego lasera dostarcza istotnych informacji o pracy źródła światła.

Piśmiennictwo

1. S.D. Jackson, R.K. Jain, Fiber-based sources of coherent MIR radiation: key advances and future prospects, *Opt Express*, 2020, 28(21), 30964–31019; DOI: 10.1364/OE.400003.

Wpływ powłoki ceramicznej na zużycie cierne w nadążnym węźle kinematycznym typu śruba–pręt stosowanym w stabilizacji kręgosłupa

KLAUDIA SZKODA-POLISZUK, JUSTYNA MARCULA, CELINA PEZOWICZ

Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny,
Katedra Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej
klaudia.szroda-poliszuk@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: biomechanika, powłoka ceramiczna, skolioza wczesnodziecięca,
stabilizatory kręgosłupa GGS

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

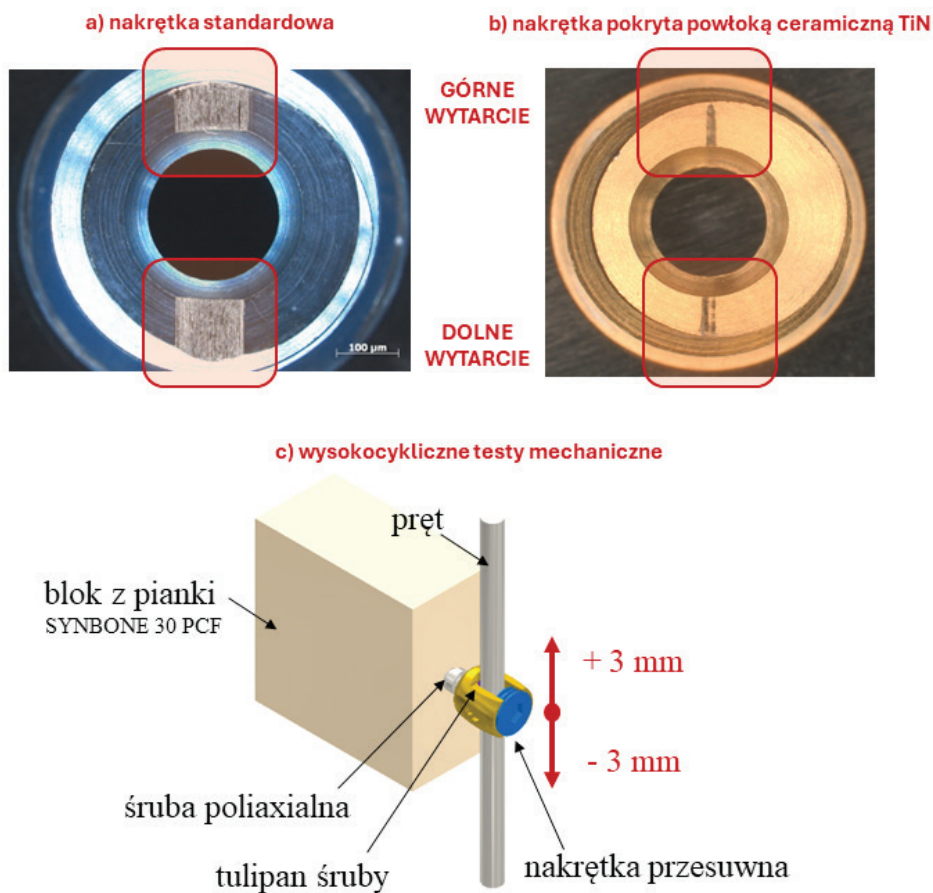
Umożliwienie niezahamowanego wzrostu kręgosłupa podczas leczenia skoliozy wczesnodziecięcej, przy jednoczesnym usztywnieniu stabilizowanego odcinka, jest niezwykle problematyczne. Prowadzone badania dotyczące stabilizacji GGS (eng. growth-guidance system) koncentrują się głównie na analizie parametrów mechanicznych oraz opisie efektów uwalniania cząstek tytanu w całej konstrukcji stabilizatora, pomijając procesy zachodzące na poziomie poszczególnych par kinematycznych. Celem badań była ocena wpływu powłoki ceramicznej na zużycie cierne powstające w przesuwnej parze kinematycznej stosowanej w systemach kierowanego wzrostu kręgosłupa.

Materiały i metody

Osiągnięcie założonego celu badawczego zrealizowane zostało w kilku etapach. W pierwszym etapie przeprowadzono wysokocykliczne testy mechaniczne (100 000 cykli obciążeń). W drugim etapie wykonano badania metalograficzne, obejmujące ocenę zużycia elementów trących oraz charakterystykę produktów zużycia (analizę wizualną powierzchni trących pod mikroskopem, pomiar zużycia wagowego i liniowego nakrętek przesuwnych oraz analizę morfologiczną produktów zużycia). W trzecim etapie przeprowadzono badania właściwości fizycznych powierzchni trących (pomiar wilżalności powierzchni, chropowatość, mikrotwardość oraz scratch test).

Wyniki

Maksymalna siła tarcia uzyskiwana w kolejnych cyklach obciążających była niższa w przypadku elementów pokrytych powłoką ceramiczną z azotku tytanu (TiN) niż elementów standardowych wykonanych ze stopu tytanu Ti6Al4V z warstwą pasywną. Wykazano, że w przypadku elementów standardowych występuje większe zużycie niż w przypadku elementów pokrytych powłoką ceramiczną (ryc. 1). Analizując średnie wartości masy wraz z odchyleniem standardowym pojedynczych par kinematycznych wykazano, że dla pary standardowych utrata masy wynosiła średnio 0.05674 ± 0.02651 g i była większa niż dla par pokrytych powłoką ceramiczną, dla których utrata masy wynosiła średnio 0.00913 ± 0.00407 g. Powierzchnia powłoki ceramicznej charakteryzowała się wyższym kątem zwilżania wodą ($70.24^\circ \pm 6.18^\circ$) w porównaniu do powierzchni pasywnej ($45.15^\circ \pm 5.32^\circ$), co wskazuje na jej bardziej hydrofobowy charakter.



Ryc. 1. Topografia śladu zużycia na górnej i dolnej powierzchni wybranej nakrętki przesuwnej standardowej (a) oraz z powłoką ceramiczną (b) po wysokocyklicznych testach mechanicznych (c).

Wnioski

Zastosowanie powłoki ceramicznej w połączeniu przesuwным śruba–pręt w stabilizatorach kręgosłupa znacząco poprawia jego właściwości tribologiczne. Zmniejszenie siły tarcia, ponad sześciokrotna redukcja zużycia masy oraz wyższa hydrofobowość powierzchni wskazują, że zastosowanie powłoki ceramicznej może ograniczać zużycie elementów współpracujących, a tym samym potencjalnie sprzyjać zwiększeniu trwałości eksploatacyjnej stabilizatora.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Zastosowanie modeli obliczeniowych w opracowaniu metody HPLC oznaczania wankomycyny w osoczu

BARTOSZ SZNEK^{1, 2}, NIKOLA CIEPIELA¹,
ALICJA BARTKOWSKA-ŚNIATKOWSKA³, ANDRZEJ CZYRSKI¹

¹ Katedra i Zakład Farmacji Fizycznej i Farmakokinetiki,
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

² Szkoła doktorska, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

³ Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Pediatricznej,
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

bartosz.sznek@gmail.com

Słowa kluczowe: Central Composite Design, HPLC, optymalizacja, sztuczne sieci neuronowe, wankomycyna

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Bezpieczne stosowanie wankomycyny wymaga monitorowania stężenia leku we krwi, co wynika z jej nefrotoksyczności oraz wąskiego indeksu terapeutycznego. Celem badań było opracowanie i zwalidowanie metody HPLC-UV do oznaczania wankomycyny w osoczu, wykorzystując w tym celu model chemometryczny Central Composite Design (CCD) oraz sztuczne sieci neuronowe (ANN). Oba podejścia pozwoliły wykryć i opisać powiązania między warunkami prowadzenia procesu a jego rezultatami.

Materiały i metody

Przeprowadzono optymalizację składu fazy ruchomej oraz odzysku wankomycyny. W tym celu zastosowano CCD oraz ANN. W przypadku analizy składu fazy ruchomej zmiennymi niezależnymi były: zawartość acetonitrylu (ACN), pH oraz stężenie buforu fosforanowego. Badanymi zmiennymi zależnymi były czas retencji, wysokość oraz szerokość pików. Z kolei w przypadku analizy odzysku z wykorzystaniem strącania

białek oceniano wpływ stosunku objętościowego ACN:osocze, stężenia kwasu trifluorooctowego (TFA) w ACN oraz czasu wytrząsania. Analiza statystyczna oraz modelowanie nieliniowe zostały przeprowadzone z użyciem oprogramowania Statistica [1].

Wyniki

budowane modele pozwoliły zidentyfikować istotność parametrów dla metody. Objętość ACN była najistotniejszym parametrem w optymalizacji składu fazy ruchomej, natomiast efektywność odzysku była w największym stopniu determinowana przez stosunek ACN:osocze. Opracowana metoda charakteryzowała się krótkim czasem analizy nieprzekraczającym 8 minut.

Wnioski

Zastosowane modele obliczeniowe pozwoliły na optymalizację warunków analizy HPLC wankomycyny oraz przygotowania próbki do analizy. Analiza danych wskazała czynniki o największym wpływie na sygnał analitu oraz warunki optymalne dla maksymalnego odzysku. W wyniku przeprowadzonych badań otrzymano metodę, charakteryzującą się krótkim czasem analizy, co jest warunkiem kluczowym w zastosowaniu jej w warunkach klinicznych w prowadzeniu terapii monitorowanej.

Piśmiennictwo

1. K. N.R. Sahu, T. Ramiseti. S. Cecchi, C.S. Swain. J. Patro. Panda, An overview of experimental designs in HPLC method development and validation, J Pharm Biomed Anal, 2018, 147: 590–611; DOI: 10.1016/j.jpba.2017.05.006.

Wzmocnienie poaktywacyjne a nerwowo-mięśniowe mechanizmy kontroli maksymalnej siły skurczu dowolnego młodych osób

MIŁOSZ TCHOROWSKI¹, KATARZYNA KISIEL-SAJEWICZ²

¹ Akademia Wychowania Fizycznego im. Polskich Olimpijczyków we Wrocławiu

² Katedra Fizjoterapii w Dysfunkcjach Układu Ruchu i Kinezylogii,
Akademia Wychowania Fizycznego im. Polskich Olimpijczyków we Wrocławiu
milosztchorowski@gmail.com

Słowa kluczowe: gradient narastania siły maksymalnej, kontrola motoryczna,
maksymalna siła skurczu dowolnego, siła chwytu, wzmocnienie poaktywacyjne

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Celem badań była ocena wzmocnienia poaktywacyjnego, obserwowanego jako wzrost maksymalnej siły i/lub gradientu narastania siły w kolejno wykonanych próbach maksymalnego, izometrycznego skurczu mięśni szkieletowych odpowiedzialnych za chwyt. Założono, że pierwsza próba wywoła wzrost siły maksymalnej oraz gradientu jej narastania w kolejnych powtórzeniach.

Materiały i metody

W badaniach wzięło udział 19 zdrowych, praworęcznych osób w wieku 25 ± 3 lata. Protokół obejmował wykonanie trzech 3-sekundowych prób maksymalnego izometrycznego skurczu dowolnego (MVIC) w funkcji chwytu, oddzielonych 2-minutowymi przerwami. Zarejestrowane sygnały przeanalizowano, wyznaczając maksymalny moment siły skurczu dowolnego (MVC), czas narastania momentu siły (tMVC) oraz gradient połowiczego narastania siły (GPN).

Wyniki

Wykazano, że pojedyncza próba MVIC nie wywołuje wzmocnienia poaktywacyjnego w postaci wzrostu MVC w kolejnych powtórzeniach. Zaobserwowano nato-

miast wzmocnienie pod postacią istotnego skrócenia czasu narastania maksymalnej siły skurczu (tMVC), przy braku istotnych zmian gradientu połowiczego narastania siły (GPN).

Wnioski

Skrócenie czasu narastania siły maksymalnej przy braku zmian GPN sugeruje, że pojedyncza próba MVC nie wpływa na mechanizmy narastania siły do poziomu 50% MVC, lecz oddziałuje bezpośrednio na mechanizmy osiągania poziomu maksymalnego. Pojedynczy skurcz izometryczny w odmienny sposób wpływa na układ nerwowo-mięśniowy warunkujący wielkość rozwijanej siły maksymalnej, niż na procesy odpowiedzialne za szybkość jej narastania w kolejnych powtórzeniach.

Źródło finansowania badań: Projekt badawczy finansowany przez Narodowe Centrum Nauki (nr grantu: DEC-2011/03/B/NZ7/00588).

Piśmiennictwo

1. P. Aagaard, E.B. Simonsen, J.L. Andersen, P. Magnusson, P. Dyhre-Poulsen, Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training, *J Appl Physiol*, 2002, 93(4): 1318–1326; DOI: 10.1152/jappphysiol.00283.2002.
2. A.J. Blazevich, N. Babault, Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: historical perspective, underlying mechanisms, and current issues, *Front Physiol*, 2019, 10: 1359; DOI: 10.3389/fphys.2019.01359.
3. K. Kisiel-Sajewicz, Plastyczność kory ruchowej mózgu, *Kosmos*, 2020, 69(4): 589–606; DOI: 10.36921/kos.2020_2724.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Modulacja aktywności napięciowo-zależnych kanałów potasowych typu Kv1.3 przez flawonoidy: kwercetynę i morynę

**ANDRZEJ TEISSEYRE, ANNA PALKO-ŁABUZ, OLGA WESOŁOWSKA,
MARTYNA PERZ, ANNA URYGA, KAMILA ŚRODA-POMIANEK**

Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
andrzej.teisseyre@umw.edu.pl

Słowa kluczowe: kanały Kv1.3, komórki Jurkat T, kwercetyna, moryna, patch-clamp, test MTT

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Kwercetyna i moryna są biologicznie aktywnymi flawonoidami pochodzenia roślinnego wykazującymi działanie pro-zdrowotne, w tym anty-nowotworowe. Oba związki są również modulatorami różnych typów kanałów potasowych, w tym kanałów napięciowo-zależnych. Napięciowo-zależne kanały potasowe Kv1.3 występują w dużej liczbie w tkankach zarówno normalnych, jak i nowotworowych. Aktywność tych kanałów współuczestniczy m.in. w kontroli procesu proliferacji i apoptozy komórek. Inhibitory kanałów Kv1.3, do których należą także niektóre naturalnie występujące związki z grupy flawonoidów, chalconów, polifenoli i statyn, mogą potencjalnie znaleźć zastosowanie we wspomożeniu leczenia m.in. niektórych typów nowotworów, charakteryzujących się występowaniem zwiększonej ilości kanałów Kv1.3.

Materiały i metody

Zbadano wpływ kwercetyny i moryny na aktywność kanałów Kv1.3 występujących w komórkach nowotworowych – limfoblastycznych komórkach białaczki Jurkat T, z zastosowaniem techniki elektrofizjologicznej patch-clamp w konfiguracji „whole-cell”.

Wyniki

Kwercetyna, podawana w stężeniach od 30 μ M do 105 μ M powodowała spadek aktywności badanych kanałów do około 50% wartości kontrolnej. Efekt ten był zależ-

ny od stężenia związku. Moryna, podawana w tych samych stężeniach, powodowała zmniejszenie aktywności kanałów Kv1.3 do ok. 80% wartości kontrolnej. Efekty kwercetyny i moryny były odwracalne. Jednoczesne podawanie kwercetyny i moryny, jak również kwercetyny i simwastatyny prowadziło do synergicznej inhibicji badanych kanałów. Natomiast jednoczesne podawanie kwercetyny z mewastatyną i moryny z simwastatyną prowadziło do addytywnego efektu inhibicji kanałów Kv1.3.

Wnioski

Blokada kanałów Kv1.3 w komórkach Jurkat T może wiązać się z przeciwnowotworowym działaniem kwercetyny i moryny, szczególnie w sytuacji, kiedy związki te są podawane w kombinacji ze sobą, albo ze statynami.

Projekt spersonalizowanych wkładek do butów stosowanych w korekcji płaskostopia – doświadczalna charakterystyka materiałów i numeryczna ocena odpowiedzi mechanicznej wkładek

JOANNA WIETRZYŃSKA¹, KAROLINA JASIURKOWSKA², JUSTYNA MARCULA²,
SYLWIA SZOTEK²

¹ Biomechanika inżynierska, Wydział Mechaniczny, Politechnika Wrocławska

² Katedra Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, Wydział Mechaniczny,
Politechnika Wrocławska
275245@student.pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: metoda elementów skończonych, platforma pomiarowa, płaskostopie,
termoplastyczny poliuretan, wkładki ortotyczne

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Personalizacja wkładek do butów wymaga uwzględnienia geometrii stóp, rozkładu obciążeń oraz właściwości mechanicznych materiału [1, 2]. Celem pracy było zaprojektowanie wkładek wspomagających korekcję płaskostopia i ocena wpływu sztywności termoplastycznego poliuretanu (TPU) na ich odpowiedź mechaniczną.

Materiały i metody

Diagnostykę stóp przeprowadzono przy użyciu podoskopy CQStopy3D, systemu CQ-KAM i platformy FreeMED MAXI w badaniu statycznym i dynamicznym. Na tej podstawie opracowano odrębne modele CAD wkładek lewej i prawej stopy. Materiały TPU o twardości 20D i 40D poddano jednoosiowemu ścisnaniu na maszynie MTS 858 Mini Bionix. Wyznaczone umowne moduły sprężystości zastosowano w modelach MES przygotowanych w Ansys Workbench 2024 R1. Analizowano rozkłady

naprężeń zredukowanych i odkształceń pod obciążeniami przodostopia i tyłostopia wyznaczonymi z platformy pomiarowej.

Wyniki

Wartość umownego modułu sprężystości wyniosła $18,5 \pm 0,4$ MPa dla TPU 20D i $30,6 \pm 3,3$ MPa dla TPU 40D. Maksymalne wartości naprężenia zredukowanego osiągnęły 0,189 MPa dla wkładki lewej i 0,075 MPa dla prawej dla obu wariantów materiałowych. Zwiększenie twardości TPU zmniejszyło maksymalne wartości odkształcenia z 0,010 do 0,006 mm/mm dla wkładki lewej oraz z 0,005 do 0,003 mm/mm dla prawej. Koncentracje naprężeń występowały głównie w obszarze podparcia pięty.

Wnioski

Sztywność TPU wpływała przede wszystkim na deformację wkładek, natomiast poziom i lokalizacja naprężeń zależały głównie od geometrii i rozkładu obciążeń. Połączenie diagnostyki stóp, badań mechanicznych i analizy MES umożliwia wstępny dobór materiału i geometrii przed wykonaniem prototypu. Konieczna jest walidacja w warunkach użytkowych.

Piśmiennictwo

1. K.-W. Cheng, Y. Peng, T.L.-W. Chen, G. Zhang, J.C.-W. Cheung, W.-K. Lam, D.W.-C. Wong, M. Zhang, A Three-Dimensional Printed Foot Orthosis for Flexible Flatfoot: An Exploratory Biomechanical Study on Arch Support Reinforcement and Undercut, *Materials*, 2021, 14(18), 5297; DOI: 10.3390/ma14185297.
2. Y. Peng, D.W.-C. Wong, T.L.-W. Chen, Y. Wang, G. Zhang, F. Yan, M. Zhang, Influence of Arch Support Heights on the Internal Foot Mechanics of Flatfoot during Walking: A Muscle-Driven Finite Element Analysis, *Computers in Biology and Medicine*, 2021, 132, 104355; DOI: 10.1016/j.combiomed.2021.104355.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

CAP2 w układzie nerwowo-mięśniowym

OLGA WÓJCICKA¹, TERESA DE CICCIO¹, LARA-JANE KEPSE²,
MARCO RUST², TOMASZ J. PRÓSZYŃSKI¹

¹Zespół Badawczy Synaptogenezy, Sieć Badawcza Łukasiewicz PORT –
Polski Ośrodek Rozwoju Technologii, Wrocław

²Grupa Neurobiologii Molekularnej, Instytut Chemii Fizjologicznej,
Uniwersytet w Marburgu, Niemcy
olga.wojcicka@port.lukasiewicz.gov.pl

Słowa kluczowe: CAP2, mięśnie szkieletowe, neurony motoryczne,
synapsa nerwowo-mięśniowa

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Układ nerwowo-mięśniowy kontroluje ruchy dowolne poprzez przekazywanie sygnałów z motoneuronów do mięśni za pośrednictwem acetylocholiny. Proces ten zależy nie tylko od integralności synaps, lecz także od prawidłowej organizacji cytoszkieletu. Kluczową rolę w utrzymaniu prawidłowego funkcjonowania układu nerwowo-mięśniowego odgrywa aktyna oraz jej regulatory, takie jak białko związane z cyklazą adenylanową 2 (CAP2) [1,2]. Jednakże, dokładna funkcja CAP2 w tym układzie pozostaje jednak niejasna.

Materiały i metody

Do badania morfologii złącza nerwowo-mięśniowego oraz struktury mięśni zastosowano immunohistochemię, skrawki mięśni szkieletowych przygotowane na kriostacie oraz mikroskopię konfokalną.

Wyniki

Myszy z mięśniowo specyficzną delecją Cap2 wykazują szczególnie ciężki fenotyp, przy czym samce mutantów charakteryzują się zahamowaniem wzrostu oraz przedwczesną śmiercią. Analiza przekrojów poprzecznych mięśni szkieletowych ujawniła nieprawidłową morfologię oraz akumulację aktyny, co wskazuje na zabu-

rzoną organizację cytoszkieletu. Zmiany te występowały zarówno w mięśniach szybko kurczliwych, jak i wolno kurczliwych, podkreślając zasadniczą rolę CAP2 w utrzymaniu prawidłowej struktury mięśni. W obrębie złącza nerwowo-mięśniowego utrata CAP2 prowadzi do nieprawidłowości strukturalnych, takich jak zwiększona liczba synaps o nietypowych rozmiarach, fragmentacja postsynaptycznych receptorów acetylocholinowych oraz obrzęk presynaptycznych aksonów u myszy CAP2 KO. Podczas gdy delecja Cap2 ograniczona do motoneuronów powoduje głównie (choć nie wyłącznie) zmiany presynaptyczne, delecja genu w mięśniach prowadzi do rozległych zaburzeń postsynaptycznych oraz zmian wielkości synaps, podkreślając znaczenie CAP2 dla zachowania integralności układu nerwowo-mięśniowego poprzez jego funkcję w tkance mięśniowej.

Wnioski

Uzyskane wyniki wskazują, że CAP2 jest niezbędne do prawidłowego funkcjonowania oraz zachowania integralności strukturalnej układu nerwowo-mięśniowego. Jego zaburzenie prowadzi do rozległych nieprawidłowości obejmujących zarówno tkankę mięśniową, jak i synapsy nerwowo-mięśniowe.

Piśmiennictwo

1. J. Field, J. Nikawa, D. Broek, B. MacDonald, L. Rodgers, I.A. Wilson, R.A. Lerner, M. Wigler, Purification of a RAS-responsive adenyl cyclase complex from *Saccharomyces cerevisiae* by use of an epitope addition method, *Mol Cell Biol*, 1988, 8(5), 2159–2165; DOI: 10.1128/MCB.8.5.2159.
2. M.B. Rust, S. Khudayberdiev, S. Pelucchi, E. Marcello, CAPT'n of Actin Dynamics: Recent Advances in the Molecular, Developmental and Physiological Functions of Cyclase-Associated Protein (CAP), *Front Cell Dev Biol*, 2020, 8, 586631; DOI: 10.3389/fcell.2020.586631.

Zastosowanie modeli uczenia maszynowego w prognozowaniu przebiegu klinicznego czerniaków błony naczyniowej oka na podstawie wielkoformatowych skanów histopatologicznych

KAROL ZAGÓRSKI^{1, 2}, SZYMON CZERSKI¹, ANNA MARKIEWICZ³,
BOŻENA ROMANOWSKA-DIXON³, PIOTR DONIZY¹

¹ Zakład Patologii Ogólnej i Doświadczalnej,
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

² 4 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SPZOZ

³ Katedra Okulistyki i Klinika Okulistyki i Onkologii Okulistycznej,
Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum, Kraków
karol.zagorski.md@gmail.com

Słowa kluczowe: patomorfologia cyfrowa, czerniak błony naczyniowej oka,
sztuczna inteligencja, uczenie maszynowe, WSI

WYSTĄPIENIE USTNE

Wstęp

Czerniak błony naczyniowej oka (uveal melanoma, UM) jest najczęstszym pierwotnym złośliwym nowotworem wewnątrzgałkowym u dorosłych. U niemal 50% chorych dochodzi do rozwoju śmiertelnych przerzutów odległych (głównie do wątroby). Klasyczna stratyfikacja oparta na histomorfologii i cytogenetyce wymaga obiektywizacji. Zastosowanie patologii cyfrowej i modeli uczenia maszynowego (ML) stwarza szansę na ekstrakcję subwizualnych cech fenotypowych ze skanów histopatologicznych (WSI).

Materiały i metody

Zbadano kohortę 161 pacjentów leczonych operacyjnie z powodu UM. Preparaty zeskanowano w systemie WSI, a obszary nowotworowe zostały manualnie wyselekcjonowane przez patomorfologów. Z kafelków tkankowych wyekstrahowano cechy przy użyciu modelu bazowego patologii cyfrowej UNI2-h. Wytrenowano

i porównano klasyfikatory uczenia maszynowego (w tym hybrydowe układy kwantowo-klasyczne integrujące cechy WSI ze statusem BAP1), ewaluowane w 5-krotnej walidacji krzyżowej.

Wyniki

W predykcji przeżycia całkowitego hybrydowy model osiągnął pole pod krzywą ROC (AUC) na poziomie 0.849 przy czułości 87.5%, a w ocenie ryzyka rozsiewu odległego AUC równe 0.761. Połączenie reprezentacji modelu UNI2-h ze statusem białka BAP1 w architekturze kwantowej istotnie przewyższyło klasyczne sieci głębokie (ResNet baseline: AUC 0.572), zapewniając silną regularyzację i odporność na przeuczenie.

Wnioski

Zaawansowane algorytmy uczenia maszynowego analizujące preparaty WSI umożliwiają precyzyjną, zautomatyzowaną ocenę ryzyka przerzutów w czerniaku naczyniówki. Metoda ta stanowi obiecujące narzędzie wspomagające spersonalizowaną stratyfikację terapeutyczną w onkologii okulistycznej.

Komisja Inżynierii Biomedycznej
Polska Akademia Nauk Oddział we Wrocławiu

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Wpływ wybranych płynów infuzyjnych na właściwości mechaniczne i stopień uwodnienia krążka międzykręgowego

MAŁGORZATA ŻAK

Katedra Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, Wydział Mechaniczny,
Politechnika Wrocławska
malgorzata.a.zak@pwr.edu.pl

Słowa kluczowe: krążek międzykręgowy, parametry mechaniczne,
płyny infuzyjne, uwodnienie

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Prawidłowe funkcjonowanie krążka międzykręgowego (IVD) zależy od stopnia jego uwodnienia oraz gospodarki wodno-elektrolitowej, których zaburzenia stanowią jedną z głównych przyczyn powstawania zmian zwyrodnieniowych. Celem pracy była ocena wpływu wybranych płynów infuzyjnych na właściwości mechaniczne, strukturalne oraz dynamikę pęcznienia IVD.

Materiały i metody

Badania przeprowadzono na preparatach kręgosłupów świńskich (odcinki Th7–Th12 oraz L1–L6). Przeanalizowano wpływ pięciu roztworów: 0,9% NaCl, 5% glukozy, płynu Ringera, mleczanu Ringera oraz octanu Ringera. Segmenty lędźwiowe poddano badaniom wysokocyklicznego ściskania osiowego (100 000 cykli, 150–650N, 2Hz), w których wyznaczono zmianę wysokości oraz sztywności krążka międzykręgowego oraz pomiar właściwości fizycznych płynów (pH, stężenia jonów Na⁺, K⁺, Ca²⁺) za pomocą analizatora jonoselektywnego. Na próbkach piersiowych analizowano kinetykę absorpcji wody (masowo) oraz zmiany geometrii (wysokości, szerokości, wybrzuszenia pierścienia włóknistego) podczas 60 min uwadniania i odwodnienia IVD. Metodą spektroskopii Ramana wyznaczono poziom wody związanej i wolnej. Właściwości mechaniczne oceniono w teście jednoosiowego rozciągania pierścienia włóknistego.

Wyniki

Podczas testów cyklicznych największy spadek wysokości wykazano dla 5% glukozy, a najmniejszy dla NaCl. W próbach pęcznienia roztwór 5% glukozy wywołał największy przyrost masy oraz najwyższy stopień uwodnienia (do 9,5%), podczas gdy 0,9% NaCl odznaczał się najniższą absorpcją (3%). W teście rozciągania próbki uwodnione 5% glukozą uzyskały najwyższą siłę niszczącą ($254 \pm 20\text{N}$) oraz sztywność ($126 \pm 18\text{N/mm}$). Z kolei najwyższe naprężenia niszczące ($42 \pm 9\text{MPa}$) oraz moduł Younga ($67 \pm 3\text{MPa}$) odnotowano dla próbek poddanych działaniu 0,9% NaCl.

Wnioski

Skład elektrolitowy oraz obecność cząsteczek organicznych w płynie uwadniającym znacząco modyfikują właściwości biomechaniczne krążka międzykręgowego. Glukoza wzmacnia retencję wody i sztywność struktury, natomiast jony Na^+ i Cl^- w większym stopniu determinują odporność materiału na naprężenia niszczące. Wyniki te są istotne w kontekście doboru mediów w badaniach *ex vivo* oraz procedurach terapeutycznych.

Piśmiennictwo

1. M. Żak, S. Szotek, Effect of Hydration Time in Saline on the Swelling and Uniaxial Tensile Response of Annulus Fibrosus of the Intervertebral Disc, *J Funct Biomater*, 2025, 16(10), 365; DOI: 10.3390/jfb16100365.

XV Sympozjum
WSPÓŁCZESNA MYŚL TECHNICZNA
W NAUKACH MEDYCZNYCH I BIOLOGICZNYCH

6–7 listopada 2026, Wrocław, Polska

Zastosowanie mikroskopii polaryzacyjnej w identyfikacji materiału szewnego w ścianie pęcherza moczowego u kotki – opis przypadku

KACPER ŻEBROWSKI, MAŁGORZATA KANDEFER, RAFAŁ CIAPUTA,
IZABELA JANUS-ZIÓŁKOWSKA, JOANNA BUBAK, EWA SAWIŃSKA,
ALICJA TOMASZEK, MARCIN NOWAK, STANISŁAW DZIMIRA

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Patologii,
Zakład Patomorfologii i Weterynarii Sądowej
kacper.zebrowski@upwr.edu.pl

Słowa kluczowe: kot, polaryzacja, powikłanie, szwy, zapalenie

PREZENTACJA PLAKATOWA

Wstęp

Obecność ciał obcych u zwierząt towarzyszących to częsty problem. Zazwyczaj są łatwe do wykrycia w badaniu fizycznym, RTG lub USG, a towarzyszący im przewlekły odczyn zapalny ma charakter wytwórczy. Niekiedy jednak dopiero nasilony stan zapalny sugeruje obecność ciała obcego.

Materiały i metody

U 5-letniej kotki rasy brytyjskiej krótkowłosej usunięto zmianę ze ściany pęcherza moczowego. Zwierzę 18 miesięcy wcześniej poddano zabiegowi owariohisterektomii. Zmianę utrwalono w 4% roztworze formaliny, zatopiono w parafinie i skrojono na skrawki o grubości 3 μm . Wykonano barwienia: hematoksyliną i eozyną (HE), czerwienią Sirius oraz metodą Movata. Preparaty HE oceniono również pod mikroskopem z nakładką polaryzacyjną [1].

Wyniki

W badaniu histopatologicznym (HE) wykazano zapalenie całej ściany pęcherza. W nacieku dominowały neutrofile i mniej liczne makrofagi; obecne były też komórki

olbrzymie typu ciał obcych. Stwierdzono uszkodzenie nabłonka, rozległą martwicę oraz masywne złogi soli wapnia. W ścianie pęcherza widoczne były ulegające fragmentacji owalne i okrągłe struktury, które w mikroskopii polaryzacyjnej załamywały światło w sposób charakterystyczny dla materiału szewnego. Barwienia dodatkowe ujawniły znaczną proliferację tkanki łącznej. Obraz odpowiadał procesowi zapalno-wytwórczemu o charakterze ropnym ściany pęcherza z rozwojem urolitu.

Wnioski

Prawdopodobną przyczyną było przypadkowe uchwycenie ściany pęcherza moczowego szwem podczas podwiązywania trzonu macicy przy sterylizacji. W miejscu wkłucia rozwinął się zapalno-wytwórczy proces o charakterze ropnym. Dopiero mikroskopia polaryzacyjna pozwoliła zidentyfikować fragmenty szwu, którego mechaniczne drażnienie doprowadziło do uszkodzenia tkanki.

Piśmiennictwo

1. G.N. Sonal, H. Rashmi. B. Jayadeva. Ahmed Mujib, Suture Artefacts: Explored through polarizing microscope, Sultan Qaboos Univ Med J, 2012, 12(2): 247–248; DOI: 10.12816/0003123.

Wyłącznie odpowiedzialność za treści zawarte w materiałach konferencyjnych, w tym przekazany materiał ilustracyjny, ponoszą autorzy abstraktów.

Abstrakty zostały opublikowane bez poprawek redakcyjnych.

Polska Akademia Nauk Oddział we Wrocławiu nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne wykorzystanie informacji zawartych w materiałach konferencyjnych.

Opracowanie typograficzne

Maciej Szłapka

Ilustracja na I s. okładki: grafika stworzona z wykorzystaniem AI

Ilustracja na IV s. okładki: siedziba Oddziału Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu

@Copyright by Polska Akademia Nauk Oddział we Wrocławiu, Wrocław 2026

All rights reserved



Siedziba Oddziału Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu

Organizatorzy



Oddział
we Wrocławiu



AKADEMIA
WYCHOWANIA
FIZYCZNEGO
IM. POLSKICH
OLIMPIJCZYKÓW
WE WROCŁAWIU