

Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce

Nauki medyczne i nauki o zdrowiu

Część III



www.mlodzinaukowcy.com

Poznań 2023

Redakcja naukowa

dr hab. n. med. Zbigniew Pasięka, prof. UMŁ

Redakcja pomocnicza

mgr inż. Karol Kłosiński

Wydawca

Młodzi Naukowcy

www.mlodzinaukowcy.com

wydawnictwo@mlodzinaukowcy.com

ISBN (całość 978-83-66743-97-7)

ISBN (wydanie online 978-83-67991-06-3)

ISBN (wydanie drukowane 978-83-67991-05-6)

Data wydania: wrzesień 2023

Niniejsza pozycja jest monografią naukową. Jej rozdziały zostały wydrukowane zgodnie z przesłanymi tekstami po ich zaakceptowaniu przez recenzentów. Odpowiedzialność za zgodne z prawem wykorzystanie użytych materiałów ponoszą autorzy poszczególnych rozdziałów.

Spis treści

| | |
|--|-----------|
| 1. Ocena aktywności przeciwdrobnoustrojowej 30-podstawio-nych pochodnych betuliny metodą dyfuzyjno-krażkową | 7 |
| <i>Jakub Bagiński, Szymon Siudak, Katarzyna Żołnierczyk-Siudak, Elwira Chrobak, Monika Kadela-Tomanek, Anna Mertas, Zenon Czuba, Ewa Bębenek</i> | |
| 2. Co farmaceuta powinien wiedzieć o medycznej marihuanie? | 15 |
| <i>Jakub Bagiński, Szymon Siudak, Katarzyna Żołnierczyk-Siudak, Elwira Chrobak, Ewa Bębenek</i> | |
| 3. Wykorzystanie druku 3D do wytworzenia modelu przedoperacyjnego palucha koślawego | 22 |
| <i>Dudek Natalia</i> | |
| 4. Ortezy – współczesne rozwiązania w medycynie: podział, przegląd zastosowań, materiałów i technologii wykonania | 28 |
| <i>Dul Magdalena</i> | |
| 5. Perfect Match | 34 |
| <i>Natasza Jankowska, Joanna Zubrzycka</i> | |
| 6. Badanie stanu wiedzy na temat profilaktyki i higieny jamy ustnej wśród uczniów nauczania wczesnoszkolnego | 41 |
| <i>Natasza Jankowska, Julia Szymańska, Karolina Kalicka, Joanna Zubrzycka</i> | |
| 7. Nowe wyzwania farmaceutów w świetle Ustawy o zawodzie farmaceuty | 47 |
| <i>Pazera Aleksandra, Momot Jakub, Paluch Bartłomiej, Momot Piotr</i> | |
| 8. Metformina w stosowaniu poza wskazaniami | 53 |
| <i>Pazera Aleksandra, Momot Jakub, Paluch Bartłomiej, Momot Piotr</i> | |
| 9. Przegląd wybranych przypadków obciążenia stawu kolanowego pod kątem wytrzymałości | 59 |
| <i>Stępień Wiktoria</i> | |
| 10. Biżuteria jamy ustnej- moda ponad zdrowie? | 66 |
| <i>Izabela Truchel, Julia Szymańska, Joanna Zubrzycka</i> | |
| 11. Działalność studentów kierunku lekarsko-dentystycznego Uniwersytetu Medycznego w Lublinie w organizacjach studenckich oraz studenckich kołach naukowych | 73 |
| <i>Izabela Truchel, Marta Krzyżanowska, Natasza Jankowska, Julia Szymańska, Karolina Kalicka, Joanna Zubrzycka</i> | |

Przedmowa

Szanowni Państwo, wydawnictwo „Młodzi Naukowcy” oddaje do rąk czytelnika kolekcję monografii naukowych dotyczących szerokiego spektrum nauk. Znajdują się tutaj pozycje dotyczące nauk medycznych i nauk o zdrowiu, nauk przyrodniczych, technicznych i inżynierskich oraz szeroko pojętych nauk humanistycznych i społecznych.

W prezentowanych monografiach poruszany jest bardzo szeroki przekrój zagadnień, jednak każda z osobna składa się z wielu rozdziałów, dających jednocześnie bardzo dobry przegląd tematyki naukowej jaką zajmują się studenci studiów doktoranckich lub ich najmłodszy absolwenci, którzy uzyskali już stopień doktora.

Czytelnikom życzymy wielu przemyśleń związanych z tematyką zaprezentowanych prac. Uważamy, że doktoranci i młodzi badacze z pasją i bardzo profesjonalnie podchodzą do swojej pracy, a doświadczenie jakie nabierają publikując prace w monografiach wydawnictwa „Młodzi Naukowcy”, pozwoli im udoskonalać swój warsztat pracy. Dzięki temu, z pewnością wielu autorów niniejszych prac, z czasem zaczną publikować prace naukowe w prestiżowych czasopismach. Przyczyni się to zarówno do rozwoju nauki, jak i każdego autora, budując jego potencjał naukowy i osobisty.

Redakcja

1. Ocena aktywności przeciwdrobnoustrojowej 30-podstawionych pochodnych betuliny metodą dyfuzyjno-krażkową

Evaluation of the antimicrobial activity of 30-substituted betulin derivatives by the disc diffusion method

Jakub Bagiński⁽¹⁾, Szymon Siudak⁽²⁾, Katarzyna Żołnierczyk-Siudak⁽³⁾, Elwira Chrobak⁽⁴⁾, Monika Kadela-Tomanek⁽⁴⁾, Anna Mertas⁽⁵⁾, Zenon Czuba⁽⁵⁾, Ewa Bębenek⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Koło Naukowe Studenckiego Towarzystwa Naukowego przy Katedrze

i Zakładzie Chemii Organicznej, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽²⁾ Apteka Słoneczna, ul. Prymasa Stefana Wyszyńskiego 9, 41-940 Piekary Śląskie

⁽³⁾ Apteka Pod Słońcem, ul. Mikołowska 24, 44-100 Gliwice

⁽⁴⁾ Katedra i Zakład Chemii Organicznej, Wydział Nauk Farmaceutycznych w Sosnowcu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽⁵⁾ Katedra i Zakład Mikrobiologii i Immunologii, Wydział Nauk Medycznych w Zabrze, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Opiekun naukowy: dr hab. n. farm. Ewa Bębenek

Jakub Bagiński: s83347@365.sum.edu.pl

Słowa kluczowe: triterpeny, aktywność przeciwbakteryjna, farmakokinetyka

Streszczenie

Triterpeny pentacykliczne typu lupanu pozyskiwane z surowców pochodzenia naturalnego stanowią mogą źródło otrzymywania substancji o działaniu przeciwbakteryjnym i przeciwrzybiczym. Celem badań było wskazanie wpływu 30-podstawionych pochodnych 3,28-diacetylobetuliny na zahamowanie wzrostu drobnoustrojów chorobotwórczych takich jak *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* i *Candida albicans*. W przeprowadzonych badaniach aktywności przeciwdrobnoustrojowej zastosowano metodę dyfuzyjno-krażkową. Szczepami bakteryjnymi wrażliwymi na badane związki są *Enterococcus faecalis* i *Pseudomonas aeruginosa*. Najlepszy efekt zahamowania strefy wzrostu *Pseudomonas aeruginosa* (13 mm) wykazywała pochodna estrowa **7**, zawierająca w pozycji C-30 grupę cyklopropylopropiolową. Dla testowanych pochodnych wyznaczono metodami *in silico* parametry określające przepuszczalność skórną (logKp), wchłanianie jelitowe (HIA), rozdział krew-mózg (logBB) a także oceniono możliwość wystąpienia hepatotoksyczności.

1. Wstęp

Związki pochodzenia naturalnego są obecnie cennym źródłem pozyskiwania nowych substancji leczniczych a zarazem stanowią struktury wyjściowe do opracowywania leków syntetycznych wykorzystywanych w terapii przeciwbakteryjnej i przeciwrzybiczej. Wykazano, że wiele związków wyizolowanych z materiału roślinnego posiada znaczące działanie przeciwbakteryjne. Niemniej jednak skuteczność środków przeciwdrobnoustrojowych jest zależna od struktury bakterii Gram-ujemnych i Gram-dodatnich. Poważnym problemem jest rozpowszechnienie oporności na antybiotyki szczepów bakterii Gram-ujemnych zwłaszcza w warunkach szpitalnych, gdzie najbardziej narażeni są pacjenci z niedoborem odporności.

Spośród miliona poznanych i opisanych gatunków grzybów tylko kilkaset ma działanie chorobotwórcze dla ludzi, powodując miejscowe lub ogólnoustrojowe infekcje grzybicze. Jednakże, co roku na świecie odnotowuje się ponad 150 mln ciężkich zakażeń grzybiczych zagrażających życiu. Infekcje te występują głównie u pacjentów z osłabionym układem odporności spowodowanym chorobami takim jak HIV i białaczka lub też w przypadku osób zakażonych wirusem SARS-CoV-2 (Stan i in. 2021).

Nasilenie działania chorobotwórczego szczepów bakteryjnych wynika nie tylko z różnic w ich budowie, ale zależy również od obecności specyficznych enzymów i toksyn. Wpływa to bezpośrednio na wzrost oporności na większość obecnie stosowanych antybiotyków. Gram-dodatnia bakteria *Staphylococcus aureus* jest najczęstszym czynnikiem etiologicznym infekcji ropnych, natomiast *Pseudomonas aeruginosa* z grupy bakterii Gram-ujemnych jest odpowiedzialna między innymi za zakażenia układu oddechowego oraz tkanek miękkich. Inna powszechnie występująca bakteria Gram-ujemna *Escherichia coli* jest znana z wytwarzania enterotoksyn powodujących dolegliwości żołądkowo-jelitowe oraz infekcje dróg moczowych (Cruz i in. 2019).

Skuteczna strategia pokonania oporności na leki przeciwdrobnoustrojowe poprzez uszkodzenie błony komórkowej lub wydłużenie leczenia za pomocą dostępnych antybiotyków oparta jest na terapii skojarzonej. Działanie przeciwdrobnoustrojowe związane z hamowaniem, addycją lub synergia zaobserwowano między innymi po połączeniu triterpenów i niektórych antybiotyków. W warunkach *in vitro* efekt synergistyczny występuje między kwasem oleanolowym a etambutolem, ryfampicyną lub izoniazidem zastosowanych wobec *Mycobacterium tuberculosis*. Synergizm zaobserwowano również w wielu kombinacjach triterpenoidów (kwas betulinowy, kwas ursolowy, kwas oleanowy i cykloastragenol) skierowanych na wielooporne szczepy *Staphylococcus aureus* (Sonkoue i in. 2023).

Betulina należąca do triterpenów pentacyklicznych typu lupanu jest substancją pochodzenia naturalnego występującą w znacznych ilościach w korze brzozy. Badania aktywności biologicznej betuliny potwierdziły jej szeroki zakres działania obejmujący właściwości przeciwnowotworowe, przeciwzapalne, antyseptyczne i przeciwwirusowe (Wang i Shi 2023, Szlisa i in. 2023, Pęcak i in. 2021). Znaczące działanie przeciwdrobnoustrojowe betuliny i jej pochodnych wykazano w stosunku do bakterii takich jak *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* i *Enterococcus faecalis* oraz grzybów *Candida albicans* i *Candida krusei* (Haque i in. 2014).

Biorąc pod uwagę powyższe informacje podjęte zostały badania mające na celu określenie działania przeciwbakteryjnego 30-podstawionych pochodnych 3,28-acetylobetuliny wobec bakterii Gram-dodatnich (*Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*) oraz Gram-ujemnych (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*). Związki poddano również ocenie aktywności przeciugrzybiczej wobec gatunku *Candida albicans*. Oznaczenie wykonano metodą dyfuzyjno-krażkową. Dodatkowo wyznaczono parametry farmakokinetyczne związane z wchłanianiem, przenikaniem oraz toksycznością badanych pochodnych istotne dla potencjalnego działania terapeutycznego.

2. Materiał i Metody

Wykorzystane w badaniach mikrobiologicznych 30-podstawione pochodne 3,28-diacetylobetuliny otrzymano dwiema różnymi metodami syntetycznymi. W pierwszej z nich zastosowano reakcję acylowania 30-hydroksy-3,28-diacetylobetuliny za pomocą kwasów karboksylowych oraz chloromrówczanów alkilowych, alkenylowych i alkinylowych prowadzącą do otrzymania 30-podstawionych pochodnych estrowych (Chrobak in. 2021). Druga metoda związana była z przeprowadzeniem reakcji 1,3-dipolarnej cykloaddycji pomiędzy pochodną 30-propyniolową i azydkiem organicznym, której produktami końcowymi są 1,4-dipodstawione triazole (Chrobak i in. 2021, Bębenek i in. 2022 i Bębenek i in. 2022).

2.1 Wyznaczenie aktywności przeciwdrobnoustrojowej 30-podstawionych pochodnych 3,28-diacetylobetuliny metodą dyfuzyjno-krażkową

Pierwszym etapem badań było przygotowanie naważek badanych związków, które rozpuszczono w odpowiedniej objętości dimetylosulfotlenku (DMSO) w celu otrzymania roztworów o stężeniu 2 mM. Następnie, jałowe krażki bibułowe o średnicy 6 mm nasączano 20 µl roztworu badanej pochodnej betuliny o stężeniu 2 mM. Krażki kontrolne nasączano 20 µl DMSO. Wszystkie czynności wykonywano w sterylnych warunkach.

W badaniach zastosowano wzorcowe szczepy drobnoustrojów *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 i *Candida albicans* ATCC 10231.

Zawiesiny badanych wzorcowych szczepów drobnoustrojów uzyskiwano z czystych 24-48 godzinnych hodowli na stałym podłożu Columbia agar z 5% krwi baraniej (szczepy bakterii) lub stałym podłożu Sabouraud agar (szczep *C.albicans*). Do badań wykorzystywano zawiesiny drobnoustrojów o gęstości 0,5 w skali Mc Farlanda ($1,5 \times 10^8$ CFU/ml) sporządzone w 0,9% jałowym roztworze chlorku sodu (NaCl).

Wstępną ocenę wrażliwości drobnoustrojów na działanie badanych 30-podstawionych pochodnych 3,28-diacetylobetuliny przeprowadzono metodą dyfuzyjno-krążkową. Metoda ta polega na dyfuzji związku z krążka bibułowego do podłoża stałego i działaniu na badany szczep wysiany na powierzchnię podłoża. W przypadku szczepów wrażliwych na dyfundujący do podłoża związek dochodzi do proporcjonalnego do stopnia wrażliwości danego szczepu zahamowania wzrostu szczepu wokół krążka. Oznaczenia wykonano na płytkach Petriego o średnicy 9 cm, na stałym podłożu Mueller-Hinton agar (w przypadku szczepów bakterii) lub na stałym podłożu Sabouraud agar (szczep *C.albicans*). Wzorcowe szczepy bakterii posiewano „murawkowo” na powierzchni podłoża Mueller-Hinton agar, natomiast zawiesinę wzorcowego szczepu *C.albicans* o objętości 5 ml równomiernie rozlano na powierzchni podłoża Sabouraud agar, a następnie płytkę lekko uchyloną pozostawiono 5-15 minut w temperaturze pokojowej celem osuszenia powierzchni podłoża. Na powierzchni posianych podłoży nakładano krążki bibułowe nasączone roztworami badanych pochodnych lub DMSO (kontrola). Płytki inkubowano w temperaturze 37°C przez 24 godziny (bakterie) lub w temperaturze 35°C przez 24-48 godzin (*C. albicans*). Po okresie inkubacji oceniano średnice stref zahamowania wzrostu wzorcowych szczepów drobnoustrojów wokół krążków. Wielkość tych stref wyrażono w milimetrach [mm]. Wartość 6 mm oznacza brak strefy zahamowania wzrostu drobnoustroju wokół krążka o średnicy 6 mm.

2.2 Wyznaczenie parametrów farmakokinetycznych 30-podstawionych pochodnych 3,28-diacetylobetuliny metodą *in silico*

Parametry farmakokinetyczne badanych związków takie jak przepuszczalność skórna ($\log K_p$), współczynnik wchłaniania jelitowego (HIA), współczynnik rozdziału krew-mózg ($\log BB$) i hepatotoksyczność zostały obliczone za pomocą dostępnej online platformy pkCSM (<https://biosig.lab.uq.edu.au/pkcsm/prediction>) (Pires i in. 2015).

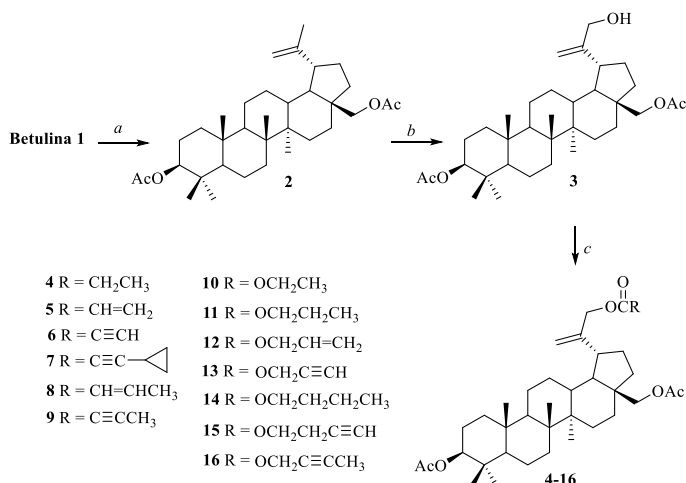
3. Wyniki i dyskusja

Betulina 1 pod wpływem bezwodnika octowego (Ac_2O) w środowisku pirydyny łatwo ulega przekształceniu do 3,28-diacetylobetuliny 2. Otrzymana w ten sposób pochodna diacylowa 2 w reakcji z kwasem *m*-chloronadbenzoesowym (*m*-CPBA) w chloroformie jako produkt reakcji daje 30-hydroksy-3,28-diacetylobetulinę 3. Modyfikacja chemiczna grupy hydroksylowej w związku 3 na drodze reakcji z kwasami karboksylowymi lub chloromrówczanami doprowadziła do uzyskania pochodnych estrowych 4-16 (Rys.1) (Chrobak in. 2021).

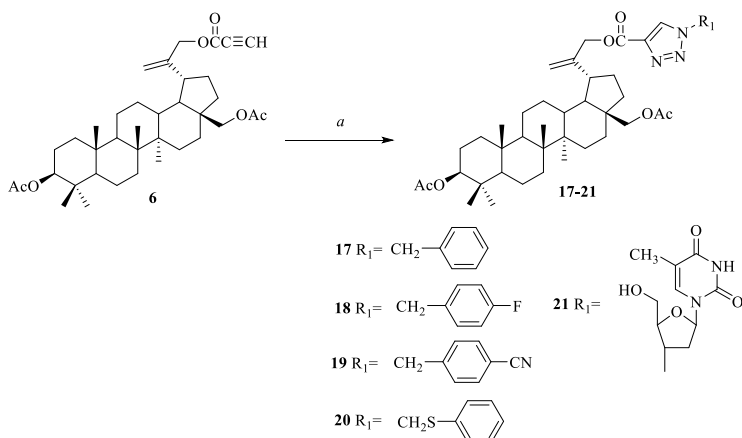
Pochodne triazolowe 17-21 uzyskano w reakcji pochodnej 30-propynilowej 6 z azydami (RN_3) w środowisku bezwodnego toluenu pod wpływem katalizatora, którym był jodek miedzi(I) (CuI) (Rys.2) (Chrobak i in. 2021, Bębenek i in. 2022 i Bębenek i in. 2022).

Obecnie stosuje się wiele metod laboratoryjnych związanych z oznaczaniem lekowrażliwości patogenów chorobotwórczych. Podstawową i nadal powszechnie wykorzystywaną metodą jest opisana po raz pierwszy w 1966 roku metoda krążkowo-dyfuzyjna (metoda Kirby-Bauera). Jest to metoda jakościowa związana z wchłanianiem badanej substancji umieszczonej na krążku bibuły do podłoża stałego (agar Mueller-Hinton lub Sabouraud). Badana substancja przemieszcza się tworząc koliste strefy. Najwyższe stężenie substancji występuje przy brzegu krążka bibułowego i maleje wraz z odległością od niego. Uzyskana wielkość strefy zahamowania wzrostu patogenu jest wprost proporcjonalna do jego stopnia wrażliwości na badaną substancję. Na tej podstawie można przyjąć, że im większa jest strefa zahamowania tym dany szczep chorobotwórczy jest bardziej wrażliwy na dany związek wykorzystany w badaniu. Metoda krążkowo-dyfuzyjna wymaga dokładnego wykonania i kontroli na każdym etapie prowadzonych prac. Stałej kontroli wymagają parametry ogólne podłoża takie jak jałowość, zabarwienie i stopień jednorodności, grubość warstwy, zawartość wody i jonów oraz wartość pH. Wielkość strefy zahamowania w metodzie

dyfuzyjno-krażkowej uzależniona jest ponadto od gęstości inokulum, czasu związanego z nałożeniem krążków, temperatury i czasu inkubacji (Borowska i in. 2014).



Rys.1. Synteza pochodnych 2-16. Odczynniki i warunki reakcji: (a) bezwodnik octowy (Ac₂O), pirydyna, temperatura pokojowa, 18 godzin; (b) kwas *m*-chloronadbenzoesowy (*m*-CPBA), chloroform (CHCl₃), 60°C, 8 godzin; (c) kwas karboksylowy (RCOOH), dichlorometan (CH₂Cl₂), *N,N'*-dicykloheksylocarbodiimid (DCC), 4-dimetyloaminopirydyna (DMAP), temperatura pokojowa, 24 godziny lub chloromrówczan (ROC(O)Cl), benzen, pirydyna, temperatura pokojowa, 24 godziny.



Rys. 2. Synteza pochodnych triazolowych 17-21. Odczynniki i warunki reakcji: (a) RN₃, CuI, toluen, 110°C.

Otrzymane pochodne estrowe 4-16 i triazolowe 17-21 poddano ocenie aktywności przeciwbakteryjnej metodą dyfuzyjno-krażkową wobec bakterii Gram-dodatnich (*Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*) oraz Gram-ujemnych (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*). Aktywność przeciwwgrzybiczą wszystkich związków zbadano wobec gatunku *Candida albicans*. Uzyskane wyniki badań przeciwdrobnoustrojowych przedstawiono w Tab. 1. Jako związek odniesienia zastosowano 30-hydroksy-3,28-diacetylobetulinę 3.

Na podstawie przeprowadzonych badań ustalono, że szczepami bakteryjnymi wrażliwymi na testowane związki są *Enterococcus faecalis* i *Pseudomonas aeruginosa*.

W przypadku pozostałych patogenów bakteryjnych jak i gatunku *Candida albicans* poddanych działaniu związków 3-21 nie zaobserwowano zahamowania wzrostu.

Najlepszy efekt zahamowania strefy wzrostu *Enterococcus faecalis* (8 mm) wykazywały pochodne estrowe 6, 10 i 14. W przypadku bakterii Gram-ujemnej *Pseudomonas aeruginosa* największe strefy zahamowania wzrostu mieszczą się w zakresie od 10-13 mm. Szczip *Pseudomonas aeruginosa* wykazuje taką samą wrażliwość na związki 11, 12 i 18, dla których wyznaczona strefa zahamowania wzrostu wynosiła 10 mm. Wzrost bakterii *Pseudomonas aeruginosa* był najsilniej hamowany przez pochodną estrową 7, zawierającej w pozycji C-30 grupę cyklopropylpropiolową.

Zróznicowane działanie przeciwdrobnoustrojowe wynikać może zarówno z mechanizmów obronnych bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych jak również z budowy badanych pochodnych betuliny (Sharma i in. 2010, Bankowska i Wróblewski 2012). Wprowadzenie pierścienia triazolowego stanowiącego element struktury leków przeciwdrobnoustrojowych, takich jak flukonazol, itrakonazol i tazobaktam do układu triterpenowego, może przyczynić się do wzrostu aktywności przeciwbakteryjnej lub przeciwgrzybiczej pochodnych betuliny.

Tab. 1. Aktywność przeciwdrobnoustrojowa 30-podstawionych pochodnych 3,28-diacetylobetuliny oceniana metodą dyfuzyjno-krążkową.

| Związek | Strefa zahamowania wzrostu drobnoustroju [mm] | | | | | |
|--------------------|---|--|--------------------------------------|--|---|---------------------------------------|
| | <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 | <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 | <i>Escherichia coli</i> ATCC25922 | <i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC700603 | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853 | <i>Candida albicans</i> ATCC 10231 |
| 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 13 | 6 |
| 8 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 6 |
| 9 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 10 | 6 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 11 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 6 |
| 12 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 6 |
| 13 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 14 | 6 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 15 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 16 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 6 |
| 17 | 6 | 6 | 6 | 6 | 8 | 6 |
| 18 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 6 |
| 19 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 20 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 21 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| DMSO (kontrola) | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

W leczeniu chorób zakaźnych wykorzystuje się zarówno związki pochodzenia naturalnego jak również substancje pozyskane na drodze syntezy chemicznej. Procesy farmakokinetyczne opisują złożone zależności występujące pomiędzy substancją leczniczą, patogenami a organizmem. Opis procesów farmakokinetycznych często opiera się na modelach obliczeniowych (metody *in silico*) które dostarczają informacji związanych z absorpcją, dystrybucją, metabolizmem oraz wydalaniem substancji leczniczej (Błądek i Posyński 2016).

Dla związków 3-21 obliczono za pomocą platformy pkCSM wybrane parametry farmakokinetyczne takie jak przepuszczalność skórna (logKp), współczynnik wchłaniania jelitowego (HIA), współczynnik rozdziału krew-mózg (logBB) i hepatotoksyczność. Wyżej wymienione parametry farmakokinetyczne zestawiono w Tab. 2.

Przepuszczalność skórna (logKp) określa zdolność cząsteczek danego związku do przenikania przez skórę. Wyznaczone *in silico* wartości logKp związków 3-21 mieszczą się

w zakresie od -2,635 cm/h do -2,735 cm/h, co wskazuje na ich dobrą przenikalność przez skórę. Wartości $\log K_p < -2,5$ cm/h charakteryzują związki o dobrej przenikalności przez skórę, co jest istotne w przypadku miejscowego stosowania leków przeciwwgrzybiczych. Dla przykładu wartość $\log K_p$ dla klotrimazolu wynosi -2,70 cm/h (Alves i in. 2015).

Tab. 2. Wybrane parametry farmakokinetyczne związków 3-21 wyznaczone *in silico*.

| Związek | Parametry farmakokinetyczne | | | |
|---------|---|---|--|-------------------|
| | Przepuszczalność skórna ($\log K_p$) cm/h | Współczynnik wchłaniania jelitowego (HIA) [%] | Współczynnik rozdziału krew-mózg ($\log BB$) | Hepatotoksyczność |
| 3 | -2,635 | 100 | -0,240 | - |
| 4 | -2,718 | 100 | -0,767 | - |
| 5 | -2,691 | 100 | -0,545 | - |
| 6 | -2,690 | 100 | -0,501 | - |
| 7 | -2,704 | 100 | -0,458 | - |
| 8 | -2,687 | 100 | -0,528 | - |
| 9 | -2,688 | 100 | -0,496 | - |
| 10 | -2,718 | 100 | -0,767 | - |
| 11 | -2,709 | 100 | -0,788 | - |
| 12 | -2,709 | 100 | -0,781 | - |
| 13 | -2,710 | 100 | -0,737 | - |
| 14 | -2,706 | 100 | -0,809 | - |
| 15 | -2,705 | 100 | -0,758 | - |
| 16 | -2,704 | 100 | -0,729 | - |
| 17 | -2,734 | 100 | -1,192 | + |
| 18 | -2,735 | 100 | -1,412 | - |
| 19 | -2,734 | 100 | -1,360 | - |
| 20 | -2,734 | 100 | -1,372 | - |
| 21 | -2,735 | 100 | -2,383 | + |

Bariera krew-mózg (BBB) stanowi swoistą ochronę mózgu, która zapobiega przenikaniu z zewnątrz cząsteczek o charakterze polarnym. Związki wykazujące wysoką lipofilowość przenikają przez BBB na drodze dyfuzji, natomiast substancje mniej lipofilowe na drodze transportu aktywnego z udziałem odpowiednich nośników. Wyznaczenie współczynnika rozdziału krew-mózg ($\log BB$) jest ważnym czynnikiem brany pod uwagę w przypadku substancji projektowanych jako potencjalne leki działające na ośrodkowy układ nerwowy. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że cząsteczki dla których wartość $\log BB > 0,3$ łatwo przekraczają barierę krew-mózg, natomiast cząsteczki o wartości $\log BB < -1$ są słabo dystrybuowane do mózgu (Vilar i in. 2010).

Wartości $\log BB$ obliczone dla 30-hydroksy-3,28-diacetylobetuliny 3 i pochodnych 4-16 zawierających ugrupowanie estrowe przy atomie węgla C-30 świadczą o możliwości przenikania związków do ośrodkowego układu nerwowego w odróżnieniu od C-30 podstawionych pochodnych triazolowych 17-21. Obliczone wartości $\log BB$ związków 4-17 wskazują na niski stopień przenikania przez barierę krew-mózg, co zmniejsza prawdopodobieństwo działania toksycznego tych pochodnych na tkankę mózgową. Współczynnik rozdziału krew-mózg ($\log BB$) zależy od szeregu właściwości fizykochemicznych związku. Najniższa wartość $\log BB$ dla związku 21 wynika z jego budowy chemicznej (obecność dużego podstawnika-AZT) oraz najwyższej wartości masy cząsteczkowej w badanej grupie pochodnych.

W przypadku leków podawanych doustnie kluczowym parametrem farmakokinetycznym warunkującym ich biodostępność jest wchłanianie w jelicie cienkim. Współczynniki wchłaniania jelitowego (HIA) obliczone dla związków 3-21 wynoszą 100%, co przekłada się na wysoką biodostępność tych pochodnych betuliny po podaniu *per os*. Zgodnie z danymi literaturowymi charakteryzuje to substancje dla których HIA > 70% (Radchenko i in. 2016).

Wątroba spełnia kilka istotnych funkcji w organizmie między innymi filtracyjną, magazynującą, metaboliczną i detoksykacyjną. Hepatotoksyczność definiuje się jako uszkodzenie wątroby polegające na zaburzeniu funkcji tego narządu wywołane działaniem leków lub czynników nieinfekcyjnych. Leki i ich metabolity mogą oddziaływać bezpośrednio na komórki wątroby ale również przyczyniają się do wystąpienia stanów zapalnych, stresu oksydacyjnego i uszkodzenia mitochondriów. Substancje lecznicze mogą wywołać uszkodzenie hepatocytów poprzez bezpośrednią toksyczność wątrobową lub na drodze odpowiedzi immunologicznej (Małysz i in. 2022, Piątkowska i in. 2008).

W ramach wstępnego określenia profilu farmakokinetycznego testowanej serii związków oceniono również działanie hepatotoksyczne 30-podstawionych pochodnych 3,28-diacetylobetuliny 3-21. W tej grupie dwie pochodne triazolowe 17 i 21 wykazują możliwość wywołania hepatotoksyczności, co może stanowić ograniczenie dla wykorzystania ich w badaniach klinicznych zwłaszcza u pacjentów z zaburzeniami pracy wątroby.

4. Wnioski

Przeprowadzone badania aktywności przeciwdrobnoustrojowej wskazują, że otrzymane pochodne są aktywne jedynie wobec dwóch szczepów *Enterococcus faecalis* i *Pseudomonas aeruginosa*. W stosunku do *Pseudomonas aeruginosa*, najbardziej aktywnym związkiem jest pochodna estrowa 7, zawierająca w pozycji C-30 grupę cyklopropylopropiolową. Ponadto, dla związków 7, 11, 12 i 18 zaobserwowano największą strefę zahamowania wzrostu szczepu *Pseudomonas aeruginosa* w zakresie od 10 do 13 mm. Obliczone *in silico* wartości logK_p związków 3-21 (od -2,635 cm/h do -2,735 cm/h) świadczą o dobrej przepuszczalności przez skórę. Wszystkie 30-podstawione pochodne 3,28-diacetylobetuliny charakteryzuje wysoki współczynnik wchłaniania jelitowego (HIA = 100%). Wartości logBB pochodnych estrowych 4-16 świadczą o możliwości przenikania związków do OUN w odróżnieniu od pochodnych triazolowych 17-21. Za wyjątkiem dwóch pochodnych triazolowych (17 i 21), badane związki nie wykazują działania hepatotoksycznego.

5. Literatura

- Alves VM, Eugene Muratov E, Fourches D i in. (2015) Predicting chemically-induced skin reactions. Part II: QSAR models of skin permeability and the relationships between skin permeability and skin sensitization. *Toxicol Appl Pharmacol* 284(2): 273-280.
- Bankowska E, Wróblewski A (2012) Pochodne 1,2,3-triazolu. Potencjalne leki? *Wiadomości chemiczne* 66: 993-1022.
- Bębenek E, Kadela-Tomanek M, Chrobak E i in. (2022) Synthesis and structural characterization of a new 1,2,3-triazole derivative of pentacyclic triterpene. *Crystals* 12(3): 422.
- Bębenek E, Kadela-Tomanek M, Chrobak E i in. (2022) 3'-[4-([3β,28-Bis(acetyloxy)lup-20(29)-en-30-yl]oxy)carbonyl]-1*H*-1,2,3-triazol-1-yl]-3'-deoxythymidine. *Molbank* 2022(2): M1370.
- Błądek T, Posyniak A (2016) Wpływ stanu chorobowego na farmakokinetykę leków przeciwbakteryjnych stosowanych w medycynie weterynaryjnej. *Życie Wet* 91(12): 914-920.
- Borowska D, Jabłoński A, Pejsak Z (2014) Metoda krążkowo-dyfuzyjna w weterynaryjnej diagnostyce bakteriologicznej-praktyczne dane. *Życie Wet* 89(2): 116-119.
- Chrobak E, Bębenek E, Marciniak K i in. (2021) New 30-substituted derivatives of pentacyclic triterpenes: preparation, biological activity, and molecular docking study. *J Mol Struct* 1226: 129394.
- Cruz BG, Teixeira AMR, da Silva PT i in. (2019) Antimicrobial activity of the lupane triterpene 3β,6β,16βtrihydroxylup-20(29)-ene isolated from *Combretum leprosum* Mart. *J Med Microbiol* 68: 1438-1444.
- Haque S, Nawrot DA, Alakurtti S i in. (2014) Screening and characterisation of antimicrobial properties of semisynthetic betulin derivatives. *PLoS One* 9 (7): e102696.
- Małysz M, Więcek A, Piechaczek M i in. (2022) Polekowe uszkodzenia wątroby (DILI)-mechanizmy i diagnostyka. *Farm Pol* 78 (8): 460-468.

- Pęcak P, Orzechowska B, Chrobak E i in (2021) Novel betulin dicarboxylic acid ester derivatives as potent antiviral agents: design, synthesis, biological evaluation, structure-activity relationship and *in-silico* study. *Eur J Med Chem* 225: 113738.
- Piątkowska M, Pogorzała M, Dębski R. i in. (2008) Hepatotoksyczność w przebiegu chemoterapii przeciwnowotworowej. *Współczesna Onkol* 12: 16-19.
- Pires DE, Tom L, Blundell TL, Ascher DB (2015) pkCSM: predicting small-molecule pharmacokinetic and toxicity properties using graph-based signatures. *J Med Chem* 58: 4066-4072.
- Radchenko EV, Dyabina AS, Palyulin VA i in. (2016) Prediction of human intestinal absorption of drug compounds. *Russ Chem Bull* 65: 576-580.
- Sharma P, Kumar A, Upadhyay S i in (2010) A novel approach to the synthesis of 1,2,3-triazoles and their SAR studies. *Med Chem Res* 19: 589-602.
- Sonkoue AM, Kengne IC, Lacmata ST i in. (2023) Triterpene and steroids from *Ludwigia abyssinica* A. Rich (*Onagraceae*) displayed antimicrobial activities and synergistic effects with conventional antibiotics. *Evid Based Complementary Altern Med* 2023, Article ID 2975909.
- Stan D, Enciu AM, Mateescu AL i in (2021) Natural compounds with antimicrobial and antiviral effect and nanocarriers used for their transportation. *Front Pharmacol* 12: 723233.
- Szłasa W, Ślusarczyk S, Nawrot-Hadzik I i in. (2023) Betulin and its derivatives reduce inflammation and COX-2 activity in macrophages. *Inflammation* 46(2): 573-583.
- Vilar S, Chakrabarti M, Costanzi S (2010) Prediction of passive blood-brain partitioning: straightforward and effective classification models based on *in silico* derived physicochemical descriptors. *J Mol Graph Model* 28(8): 899-903.
- Wang J, Shi Y (2023) Recent updates on anticancer activity of betulin and betulinic acid hybrids (a review). *Russ J Gen Chem* 93: 610-627.

2. Co farmaceuta powinien wiedzieć o medycznej marihuanie?

What pharmacist should know about medical marijuana?

Jakub Bagiński⁽¹⁾, Szymon Siudak⁽²⁾, Katarzyna Żołnierczyk-Siudak⁽³⁾, Elwira Chrobak⁽⁴⁾, Ewa Bębenek⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Koło Naukowe Studenckiego Towarzystwa Naukowego przy Katedrze i Zakładzie Chemii Organicznej, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽²⁾ Apteka Słoneczna, ul. Prymasa Stefana Wyszyńskiego 9, 41-940 Piekary Śląskie

⁽³⁾ Apteka Pod Słońcem, ul. Mikołowska 24, 44-100 Gliwice

⁽⁴⁾ Katedra i Zakład Chemii Organicznej, Wydział Nauk Farmaceutycznych w Sosnowcu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Słowa kluczowe: THC, CBD, układ endokannabinoidowy

Streszczenie

Terminem medyczna marihuana określa się suszone liście i kwiatostany, głównie roślin żeńskich konopi indyjskich - *Cannabis sativa*. Wyizolowanie z tej rośliny w latach 60-tych ubiegłego wieku tetrahydrokannabinolu spowodowało, że przestano postrzegać konopie jedynie przez pryzmat narkotyku, a zaczęto również rozważać jej potencjalne zastosowanie w medycynie. Opisanie układu endokannabinoidowego wraz z izolacją kolejnych związków aktywnych doprowadziło do momentu, gdy medyczna marihuana pojawiła się w polskich aptekach. Mimo, że jest to wciąż jedynie dodatkowa metoda leczenia, to może stanowić alternatywę dla obecnie stosowanej farmakoterapii.

1. Wstęp

Gdy w 2017 roku przyjęto uchwałę dopuszczającą do sprzedaży w polskich aptekach preparaty na bazie konopi był to nie tylko niewątpliwym przełom w aspekcie prawnym, lecz zarazem możliwość zaproponowania pacjentom dodatkowej metody leczenia. Choć człowiek wykorzystuje tę roślinę od wielu wieków, pierwsze wzmianki o jej użyciu pochodzą sprzed prawie 12 000 lat. Wydarzenia mające miejsce w Stanach Zjednoczonych na początku XX wieku sprawiły, że przez prawie 100 lat spoglądaliśmy na konopie głównie przez pryzmat ich działania halucynogenne. Badania ostatnich lat, w tym przede wszystkim identyfikacja układu endokannabinoidowego sprawiły, że o konopiach znów stało się głośno lecz tym razem w pozytywnym, a nie negatywnym znaczeniu (Peters i Nahas 1999; Russo 2007).

2. Opis botaniczny

Z botanicznego punktu widzenia konopie siewne (*Cannabis sativa* L.) należą do rodziny konopiowatych (*Cannabaceae*). Taksonomia konopi od samego początku budziła wiele kontrowersji. Pierwszą próbę ich sklasyfikowania podjął Karol Linneusz w połowie XVIII wieku. Opisał on gatunek występujący wtedy powszechnie w Europie i nazwał go *Cannabis sativa* L. Kilkanaście lat później francuski przyrodnik Lamarck opisał gatunek konopi występujący w Indiach, który różnił się od wcześniej opisanej odmiany. Nazwał go *Cannabis indica* Lam., zaznaczając jednocześnie, że wytwarza on słabsze włókna przy jednocześnie większym potencjale psychoaktywnym od opisanego przez Linneusza gatunku. Obecnie do klasyfikacji konopi używa się pojęcia chemotyp. Wyróżnia się trzy chemotypy: narkotyczny, pośredni i włóknisty, a o przynależności danej rośliny do określonego chemotypu decyduje zawartość w niej określonych kannabinoidów, tj. tetrahydrokannabinolu (Δ^9 THC) oraz kannabidiolu (CBD). Procentowe zawartości wymienionych kannabinoidów w zależności od chemotypu przedstawia Tab.1.

Odmiany włókniste, z których pozyskuje się między innymi wytrzymałe włókna wykorzystywane w przemyśle włókienniczym to *Cannabis sativa* L. var. *sativa*. Są to długie, tyczkowate rośliny o wąskich i długich wiatrakowych liściach, wytwarzające długie, cienkie pąki. *Cannabis sativa* L. var. *indica* to z kolei odmiana narkotyczna charakteryzująca się wyższym stężeniem THC. W tym przypadku mamy do czynienia z krępyimi, krzewiastymi roślinami o szerokich, wachlarzowych liściach oraz jędrnych i zwartych pąkach (Strzelczyk i Kaniewski 2021).

Tab. 1. Procentowa zawartość Δ^9 THC oraz CBD w zależności od chemotypu konopi

| Chemotyp | Δ^9 THC | CBD |
|-------------|---------------------|-------------|
| Narkotyczny | 1,0 – \geq 20,0 % | < 0,5 % |
| Pośredni | 0,3 – 2,0 % | 0,5 – 2,0 % |
| Włóknisty | < 0,2 % | > 0,5 % |

3. Wiadomości ogólne dotyczące medycznej marihuany

3.1 Kannabinoidy

W konopiach zidentyfikowano już ponad 500 różnych związków chemicznych, z czego ponad 100 stanowią kannabinoidy. Związki kannabinoidowe występujące w roślinach to fitokannabinoidy. Można je porównać do alkaloidów, które również często wykazują silny wpływ na ośrodkowy układ nerwowy (OUN), jednak ze względu na swoją budowę chemiczną, a dokładnie brak heterocyklicznego atomu azotu w cząsteczce nie mogą zostać zaliczone do tej grupy. Fakt, że kannabinoidy wykazują podobieństwo w działaniu do alkaloidów związany jest z występowaniem w ich strukturze heterocyklicznego atomu tlenu, który charakteryzuje się podobnymi właściwościami fizykochemicznymi. Układ wielopierścieniowy kannabinoidów powstaje w roślinie w wyniku reakcji kondensacji acetylokoenzymu A z resztami izopentyłowymi, stąd związki te zaliczane są do poliketydów (Lafaye i in. 2017; Kazula 2009).

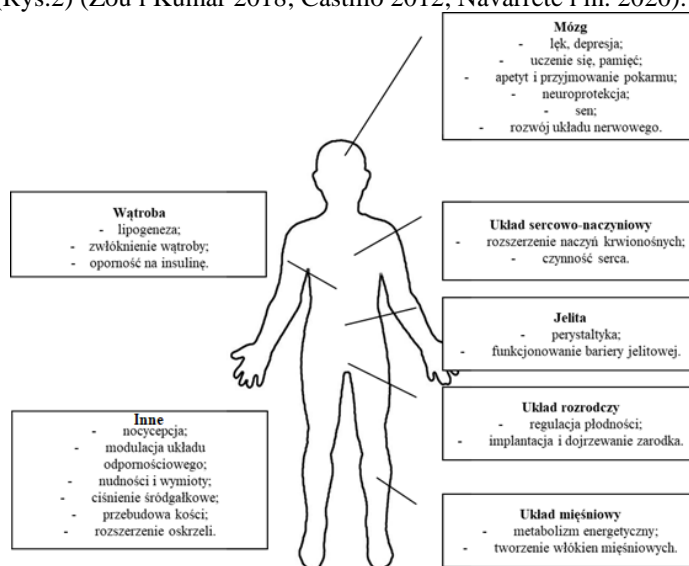
Pierwszym odkrytym, odpowiedzialnym między innymi za działanie halucynogenne i przeciwbólowe kannabinoidem jest THC – tetrahydrokannabinol. W naturze występują dwa izomery tego związku: Δ^8 - oraz Δ^9 -THC. Warto zaznaczyć, że nie wszystkie fitokannabinoidy występujące w konopiach wykazują działanie psychodeltyczne. Niektóre takie, jak kannabichromen czy kwas kannabidiolowy działają wyłącznie uspokajająco. CBD – kannabidiol, to z kolei przykład fitokannabinoidu, który jest całkowicie pozbawiony działania psychotycznego, a wręcz w pewnym zakresie działa jako antagonistą THC (Kazula 2009; Niesink i van Laar 2013).

3.2 Układ endokannabinoidowy

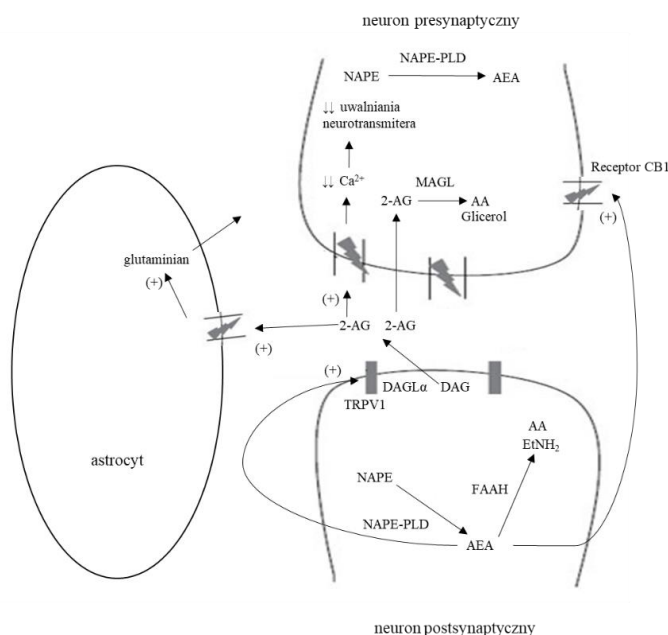
Odkrycie THC i CBD doprowadziło do identyfikacji specyficznych receptorów kannabinoidowych: CB1 oraz CB2. Oba receptory kannabinoidowe są receptorami związanymi z białkiem G z siedmioma domenami transbłonowymi. CB1, nazywany także jako ośrodkowy receptor kannabinoidowy. Z klinicznego punktu widzenia receptor CB1 może stać się punktem działania dla leków w leczeniu chorób neurodegeneracyjnych, bólu, padaczki, nadwagi czy uzależnień. Główne miejsca występowania receptorów CB1 wraz z opisem ich funkcji w organizmie przedstawia Rys.1. W odróżnieniu od receptora CB1, receptor CB2 występuje w największej ilości w komórkach układu odpornościowego, a selektywni agoniści receptora CB2 mogą stać się alternatywą dla obecnie stosowanych leków przeciwzapalnych i przeciwbólowych (Huang i in. 2020).

Odkrycie receptorów kannabinoidowych pozwalało przypuszczać, że organizm sam musi mieć zdolność do produkcji specyficznych ligandów dla powyższych receptorów. Przypuszczenie to potwierdzono, gdy wyizolowano z mózgu świni pierwszy endokannabinoid tj. N-arachidonyloetanoloamid (AEA), znany również pod nazwą anandamid (z sanskryckiego *ananda* oznacza szczęście, błogość). Drugim, głównym ligandem dla receptorów CB jest 2-arachidonyloglicerol (2-AG). Mimo, że AEA oraz 2-AG mają odmienne szlaki syntezy oraz metabolizmu, to oba te związki są pochodnymi kwasu arachidonowego, które powstają z fosfolipidów błon komórkowych przy udziale specyficznych fosfolipaz. Endokannabinoidy są produkowane i uwalniane „na żądanie”, co odróżnia je od innych neuroprzekazników, które zwykle są syntezowane, a następnie magazynowane w pęcherzykach synaptycznych. Anandamid wykazuje wysokie powinowactwo wobec receptora CB1 i jest jego częściowym agonistą, jednocześnie prawie w ogóle nie łączy się z receptorem CB2. 2-AG jest z kolei pełnym agonistą obu receptorów kannabinoidowych, jednak charakteryzuje się wobec nich umiarkowanym powinowactwem. Warto zauważyć, że receptory kannabinoidowe to nie jedyne receptory z którymi łączą się endokannabinoidy. Jednym z przykładów może być receptor TRPV1, który jest aktywowany przez AEA i odgrywa znaczącą rolę w modulowaniu bodźców bólowych (Cravatt i in. 1996; Zou i Kumar 2018).

Układ endokannabinoidowy jest wyjątkowym układem, gdyż zachodzi w nim zjawisko wstecznej sygnalizacji. Oznacza to, że neuron postsynaptyczny oddziałuje na neuron presynaptyczny. Warto zauważyć, że sygnalizacja wsteczna to nie jedyna droga sygnalizacyjna w której udział biorą endokannabinoidy. Ścieżki sygnalizacyjne i metaboliczne w układzie endokannabinoidowym zilustrowano na (Rys.2) (Zou i Kumar 2018; Castillo 2012; Navarrete i in. 2020).



Rys. 1. Schemat rozmieszczenia receptorów CB1 w organizmie człowieka z opisaniem ich wpływu na funkcje fizjologiczne i patologiczne.



Rys. 2. Schemat obrazujący możliwe ścieżki sygnałowe w układzie endokannabinoidowym. NAPE – N-acylo-fosfatydyloetanolamina; NAPE-PLD – NAPE specyficzna fosfolipaza D; AEA – anandamid; FAAH – hydrolaza amidowa kwasów tłuszczowych; AA – kwas arachidonowy; EtNH₂ – etanoloamina; DAG – diacyloglicerol; DAGL α – specyficzna lipaza α ; 2-AG – 2-arachidonyloglicerol; MAGL – lipaza monoglicerolowa; (+) – oznacza pobudzenie receptora

3.3 Efekt entourage

Terpeny, to obok kannabinoidów, kolejna istotna grupa związków wytwarzana przez gatunek *Cannabis sativa*. Są to związki organiczne zbudowane z grup izoprenowych, które występują powszechnie w roślinach. Terpeny to substancje, które wpływają z jednej strony na zapach rośliny, a z drugiej mogą wykazywać określony efekt farmakologiczny. Nie inaczej jest w przypadku konopi, gdzie każda z odmian posiada charakterystyczny dla niej profil terpenowy, który odpowiada za różnice w zapachu każdej z odmian, a ponadto moduluje jej profil działania. Uważa się, że terpeny mogą zwiększać i uzupełniać działanie kannabinoidów na organizm człowieka. Teza ta jest głównym założeniem tzw. efektu entourage, który po raz pierwszy pojawił się w literaturze w 1988 roku i jest tłumaczony jako zwiększenie działania aktywnego składnika pod wpływem innej, nawet nieaktywnej substancji. Zjawisko to można opisać przy użyciu nierówności: $1 + 0 > 1$. Efekt entourage tłumaczy więc, dlaczego preferowane są standaryzowane wyciągi z całej rośliny, a nie pojedyncze, czyste kannabinoidy (Hanus i Hod 2020; Somanno i in. 2020; Ferber i in. 2020).

Nie sposób wymienić działań wszystkich występujących w konopiach terpenów, jednak warto zwrócić uwagę na te, które obecne są w odmianach medycznej marihuany dostępnych na polskim rynku. Monoterpen mircen jest najmniejszym terpenem, zarazem jednak najczęściej występującym w konopiach. Chemotypy bogate w ten związek, czyli zawierające powyżej 0,5 % mircenu, wywołują u człowieka poczucie braku energii, z kolei gdy zawartość mircenu jest mniejsza odczuwa się wręcz przyrost siły vitalnej. Ponadto terpen ten posiada właściwości przeciwzapalne, antyoksydacyjne, przeciwbólowe, uspokajające oraz miorelaksacyjne. Najważniejszym seskwiterpenem jest z pewnością β -kariofilen. Jest to spowodowane faktem, że jako jedyny do tej pory ma udowodniony wpływ na układ endokannabinoidowy, łączy się selektywnie z receptorami CB2. Charakteryzuje się także działaniem gastroprotekcyjnym, przeciwbólowym, przeciwgrzybiczym, przeciwzapalnym czy neuroprotekcyjnym. Obecność β -kariofilenu przyczynia się także do działania przeciwwirusowego. W badaniach *in vitro* wykazano jego wysoką selektywność względem wirusa opryszczki typu 1 (HSV-1). α -Pinen o właściwościach przeciwbakteryjnych, przeciwzapalnych, antyseptycznych oraz rozszerzający oskrzela razem z β -pinenem o działaniu antyseptycznym to kolejne terpeny występujące w wielu odmianach konopi. Limonen wykazuje działanie przeciwbakteryjne, gastroprotekcyjne, przeciwgrzybicze, przeciwłękowe, przeciwdepresyjne i immunostymulujące. Linalol to związek o działaniu uspokajającym, przeciwdrgawkowym, przeciwłękowym, przeciwbólowym oraz znieczulającym. Terpineol to terpen charakteryzujący się między innymi właściwościami antyoksydacyjnymi, przeciwbakteryjnymi, a także wywołujący efekt odprężenia. Warto ponadto zwrócić uwagę na nerolidiol o właściwościach uspokajających i przeciw pasożytniczych oraz α -humulen dla którego wykazano działanie przeciwbakteryjne i przeciwzapalne (Hanus i Hod 2020).

3.4 Odmiany medycznej marihuany w Polsce

Liczba dostępnych w Polsce odmian medycznej marihuany cały czas wzrasta, stąd nie ma możliwości opisanie ich wszystkich w niniejszym artykule. Zwrócono więc uwagę na te produkty, które są obecnie dostępne w aptekach ogólnodostępnych oraz te, które są szczególnie poszukiwane przez pacjentów. Pierwszą dostępną w polskich aptekach medyczną marihuaną był susz firmy Spectrum Therapeutics o nazwie Red No 2. Zawiera on $19\% \pm 10\%$ THC oraz $< 1\%$ CBD. Jest to hybryda z przewagą genów *Cannabis sativa* var. *sativa* o stosunkowo silnym cytrusowym zapachu. Dominującym terpenem jest w tej odmianie kariofilen, choć zwraca uwagę także duża zawartość limonenu oraz mircenu. Patrząc jedynie na zawartość THC i CBD można błędnie założyć, że susz Cannabis flos Aurora 20/1 to bardzo podobna odmiana konopi. Warto w tym miejscu podkreślić, że medyczna marihuana jest standaryzowana na zawartość THC oraz CBD i to właśnie zawartość procentowa tych związków jest podawana na opakowaniu. Jednak, mimo podobnej lub identycznej zawartości wymienionych fitokannabinoidów każda odmiana medycznej marihuany znacząco różni się między sobą. Produkt Cannabis flos Aurora 20/1 to odmiana ze zdecydowaną przewagą genów wariantu indica. Odmiana ta charakteryzuje się wyraźnie wyczuwanym podczas palenia lub waporyzacji posmakiem sosny, co wynika po części z wysokiej zawartości pinenu. Cannabis flos Aurora 22/1 to z kolei odmiana medycznej marihuany z przewagą genów wariantu sativa. Oprócz

wysokiej zawartości THC charakteryzuje się dużą zawartością terpinolenu, który w tym przypadku stanowi główną pochodną terpenową. Firma Spectrum Therapeutics ma w swojej ofercie także produkt o nazwie Canopy Growth THC 20% i CBD $\leq 0,5\%$. Jest to czysta odmiana *Cannabis sativa* var. *indica* z wysoką zawartością mircenu, ale także kariofilenu czy limonenu.

Ciekawym przypadkiem pod kątem nazewnictwa jest produkt Cannabis flos S-LAB THC 18% i CBD $\leq 1\%$. W tym wypadku firma pod jedną nazwą handlową wprowadza na rynek różne odmiany medycznej marihuany, które można rozróżnić na podstawie numeru serii na opakowaniu. Odmiany wprowadzone w tym momencie na rynek polski, z zaznaczeniem ich charakterystycznego oznaczenia serii oraz krótkiej charakterystyki zostały przedstawione w Tab. 2.

Tab. 2. Charakterystyka obecnie dostępnych odmian medycznej marihuany firmy S-LAB.

| Odmiana | Numer serii | Główne terpeny | Preferowana pora zażycia |
|--------------------|---------------|---|--------------------------|
| Mango | xxxxMGxxxxxx | β -kariofilen, β -mircen, limonen | Popołudnie, wieczór |
| Pink Kush | xxxxPKxxxxxx | nerolidol, β -kariofilen, limonen | Popołudnie, wieczór |
| Jack Herer | xxxxJHxxxxxx | α -pinen, β -pinen, mircen, nerolidol | Rano, popołudnie |
| Master Kush | xxxxMKxxxxxx | β -kariofilen, nerolidol, bisabolol | Popołudnie, wieczór |
| Girl Scout Cookies | xxxxGSCxxxxxx | kariofilen, humulen, mircen | Popołudnie, wieczór |
| Headband | xxxxHBxxxxxx | nerolidol, β -kariofilen, bisabolol | Rano, popołudnie |
| Black Tuna | xxxxBTxxxxxx | α -pinen, β -pinen, β -kariofilen, nerolidol | Rano, popołudnie |
| Sour Diesel | xxxxSDxxxxxx | kariofilen, limonen, mircen | Rano, popołudnie |
| Jean Guy | xxxxJGxxxxxx | β -kariofilen, terpinolen, nerolidol | Popołudnie, wieczór |

W ostatnim czasie na polskim rynku została także zarejestrowana postać medycznej marihuany w formie kropli olejowych. Preparat ten występuje pod nazwą Cannabis floris extractum normatum i może zawierać 5 lub 10% THC, przy ilości CBD $< 1\%$.

3.5 Wydanie medycznej marihuany z apteki

Medyczna marihuana jest przepisywana na receptach narkotycznych Rpw. Oznacza to, że recepta nie może być prolongowana, a pacjent ma 30 dni na jej realizację od momentu wystawienia. Ilość leku na recepcie nie może przekroczyć 90-dni kuracji, a okres ten oblicza się na podstawie obowiązkowego w tym wypadku sposobu dawkowania. Recepty Rpw. wymuszają na osobie wystawiającej konieczność określenia łącznej dawki substancji czynnej, co w przypadku suszu medycznej marihuany jest realizowane przez podanie, słownie lub liczbowo całkowitej masy leku. Coraz częściej na receptach pojawia się dopisek NZ – nie zamieniać – co dla farmaceuty skutkuje koniecznością wydania określonego przez lekarza suszu konkretnej firmy. Jest to ważne, gdyż jak opisano powyżej mimo tej samej zawartości THC i CBD, zawartość pozostałych związków aktywnych różni się znacznie między odmianami, a tym samym producentami.

Medyczna marihuana w Polsce zaliczana jest do leków recepturowych. Na życzenie pacjenta istnieje więc możliwość odważenia mniejszej niż przepisana na recepcie elektronicznej ilości medycznej marihuany, a pacjent zachowuje możliwość wykupienia pozostałej ilości leku do końca daty ważności recepty. Podczas wydawania medycznej marihuany w postaci suszu powinno się zapewnić pacjentowi odpowiednie opakowanie. Opakowania na medyczną marihuanę dostępne na polskim rynku zapewniają ochronę leku przed wilgocią oraz światłem. Prawidłowe przechowywanie jest gwarancją, że susz zachowa wszystkie właściwości do określonego przez producenta terminu

ważności. Wydając z kolei medyczną marihuanę w formie kropli olejowych należy dołączyć do butelki zakraplacz, niezbędny w tym wypadku do odmierzenia leku.

3.6 Sposób zażycia leku

Do najbardziej powszechnych metod podania medycznej marihuany zaliczamy: palenie, waporyzację oraz zyskujące na znaczeniu podanie podjęzykowe. Bez względu na sposób zażycia preparaty z konopi powinno się dawkować zgodnie z zasadą – start low and go slow. Oznacza ona, że zaczynamy kurację od małych dawek, które w zależności od tolerancji pacjenta są w razie potrzeby stopniowo zwiększane. Sposób aplikacji zależy od formy medycznej marihuany, a postać farmaceutyczna pociąga ze sobą zmiany w farmakokinetyce związków czynnych zawartych w konopiach, jednak liczba badań w tym zakresie jest wciąż dość ograniczona. Stosunkowo dobrze przebadany pod kątem różnic w profilu farmakokinetycznym w zależności od formy podania jest $\Delta^9\text{THC}$. Podczas palenia suszu jest on natychmiastowo transportowany z płuc do krwi, gdzie osiąga wysokie stężenia już po pierwszej inhalacji. Mimo, że palenie jest wciąż najbardziej popularną metodą stosowania medycznej marihuany, to waporyzacja szybko zyskuje na znaczeniu. Podstawową zaletą waporyzacji nad paleniem jest fakt, że przy równie szybkim osiągnięciu efektu klinicznego u pacjenta, nie jest on narażony na wdychanie substancji smolistych, kancerogennych, tym samym zmniejszamy ryzyko działań niepożądanych ze strony układu oddechowego. Jest to możliwe, gdyż waporyzacja przy użyciu urządzeń zwanych waporyzatorami pozwala na kontrolowanie temperatury procesu, a osiągnięte w tych urządzeniach temperatury są niższe w porównaniu do palenia. Waporyzator pozwala ponadto na ustawienie konkretnej temperatury, co ułatwia otrzymanie określonego efektu u pacjenta dzięki uwolnieniu konkretnych substancji z suszu. Czynnikiem ograniczającym całkowite zastąpienie palenia waporyzatorami pozostaje w tym momencie cena tych urządzeń (Bridgeman i Abazia 2017).

W przypadku wydawania medycznej marihuany w formie kropli olejowych należy podkreślić, że preparat w tej formie nie może być waporyzowany, a pacjent powinien zaaplikować określoną liczbę kropli pod język. Pozwala to na szybkie wchłonięcie się lipofilnych związków czynnych. Jest istotne, aby lek nie został natychmiast połknięty, gdyż fitokannabinoidy wolno wchłaniają się z przewodu pokarmowego, a ponadto występują duże różnice międzysobnicze.

3.7 Możliwe wskazania i przeciwwskazania medycznej marihuany

Kannabinoidy znajdują zastosowanie w leczeniu dolegliwości bólowych zarówno u pacjentów chorych na nowotwory, jak i cierpiących z powodu bólu neuropatycznego. Warto zaznaczyć, że na podstawie przeprowadzonych badań nie wykazano skuteczności tej terapii w leczeniu bólu pooperacyjnego. Kolejnym wskazaniem dla medycznej marihuany może być stwardnienie rozsiane, gdzie kannabinoidy działają wybiórczo na mięśnie objęte stanem chorobowym, w odróżnieniu od obecnie stosowanych, niespecyficznych miorelaksantów takich jak baklofen lub tizanidyna. W innych badaniach wykazano, że kannabinoidy działają synergistycznie w zakresie właściwości przeciwnowotworowych. Mogą także stanowić skuteczną alternatywę dla leków w leczeniu nudności oraz wymiotów i to nawet tych wywołanych chemioterapią. Wśród innych zastosowań medycznej marihuany wymienia się takie schorzenia jak padaczka, reumatoidalne zapalenie stawów, jaskrę i anoreksję.

Wśród przeciwwskazań do zastosowania medycznej marihuany wymienia się wiek poniżej 25 lat, ciążę i okres karmienia piersią, psychozy, uzależnienie od alkoholu i/lub innych substancji odurzających (Woroń i Dobrogowski 2017).

4. Podsumowanie

Mimo, że obecnie medyczna marihuana nie jest lekiem pierwszego rzutu to jest z powodzeniem stosowana przy nieskuteczności wprowadzonej farmakoterapii. Mając na uwadze wysoki profil bezpieczeństwa, przejawiający się brakiem doniesień o śmiertelnych zatruciach po zażyciu nawet dużych dawek marihuany można przypuszczać, że ilość recept na medyczną marihuanę będzie rosła.

5. Literatura

- Bridgeman MB, Abazia DT (2017) Medicinal cannabis: history, pharmacology, and implications for the acute care setting. *P T* 42(3): 180-188.
- Castillo PE, Younts TJ, Chávez AE i in. (2012) Endocannabinoid signaling and synaptic function. *Neuron* 76(1): 70-81.
- Cravatt BF, Giang DK, Mayfield SP i in. (1996) Molecular characterization of an enzyme that degrades neuromodulatory fatty-acid amides. *Nature* 384(6604): 83-87.
- Ferber SG, Namdar D, Hen-Shoval D i in. (2020) The "entourage effect": terpenes coupled with cannabinoids for the treatment of mood disorders and anxiety disorders. *Curr Neuropharmacol* 18(2): 87-96.
- Hanus LO, Hod Y (2020) Terpenes/terpenoids in *Cannabis*: are they important? *Med Cannabis Cannabinoids*. 3(1): 25-60.
- Huang S, Xiao P, Sun J (2020) Structural basis of signaling of cannabinoids receptors: paving a way for rational drug design in controlling multiple neurological and immune diseases. *Signal Transduct Target Ther* 5(1): 127-128.
- Kazula A (2009) Zastosowanie naturalnych kannabinoidów i endokannabinoidów w terapii. *Post Farmakoter* 65(2): 147-160.
- Lafaye G, Karila L, Blecha L i in. (2017) Cannabis, cannabinoids, and health. *Dialogues Clin Neurosci* 19(3): 309-316.
- Navarrete F, García-Gutiérrez MS, Jurado-Barba R i in. (2020) Endocannabinoid system components as potential biomarkers in psychiatry. *Front Psychiatry* 11(315): 1-30.
- Niesink R, van Laar M (2013) Does cannabidiol protect against adverse psychological effects of THC? *Front Psychiatry* 4(130): 1-8.
- Peters H, Nahas G (1999) A brief history of four millennia (B.C. 2000-A.D. 1974). *Marihuana and Medicine*, 3-7.
- Russo EB (2007) History of cannabis and its preparations in saga, science, and sobriquet. *Chem Biodivers*. 4(8): 1614-1648.
- Sommano SR, Chittasupho C, Ruksiriwanich W i in. (2020) The cannabis terpenes. *Molecules* 25(24): 5792-5807.
- Strzelczyk M, Kaniewski R (2021) Konopie siewne *Cannabis sativa* L.-jeden z najstarszych gatunków roślin użytkowych. *Post Fitoter* 1/2021: 53-60.
- Woroń J, Dobrogowski J (2017) Miejsce kannabinoidów w leczeniu bólu. *Med Paliat Prakt* 11, 3: 96-101.
- Zou S, Kumar U (2018) Cannabinoid receptors and the endocannabinoid system: signaling and function in the central nervous system. *Int J Mol Sci* 19(3): 833-856.

3. Wykorzystanie druku 3D do wytworzenia modelu przedoperacyjnego palucha koślawego

Using 3D printing to create a presurgical model of a hallux valgus

Dudek Natalia

Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej, Wydział Matematyki i Fizyki Stosowanej, Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Sławomir Miechowicz

Dudek Natalia: 164231@stud.prz.edu.pl

Słowa kluczowe: wytwarzanie przyrostowe, szybkie prototypowanie, modele przedoperacyjne, hallux valgus

Streszczenie

Druk 3D, znany również jako wytwarzanie przyrostowe, został opracowany w latach 80. XX wieku przez Charlesa Hulla. Od tamtej pory technologia ewoluowała, stając się wszechstronnym narzędziem w różnych dziedzinach. Obecnie druk 3D jest niezwykle użytecznym narzędziem w medycynie. Umożliwia wykonywanie precyzyjnych modeli anatomicznych, dostosowanych implantów i protez, czy biodrukowanie tkanek i narządów.

1. Wstęp

Schorzenie palucha koślawego (hallux valgus) to deformacja w obrębie pierwszego promienia stopy polegająca na wysunięciu głowy pierwszej kości śródstopia w kierunku przyśrodkowym z charakterystycznym wybrzuszeniem tej okolicy (Rys. 1). Schorzenie może być dolegliwością wrodzoną lub nabytą. Proces chorobowy rozpoczyna się od ustawienia I stawu śródstopno-klinowego w przeproście, co prowadzi do szpotawego ustawienia I kości śródstopia, a następnie koślawego ustawienia palucha, niekiedy połączonego z jego rotacją (Bajerska i in. 2015).



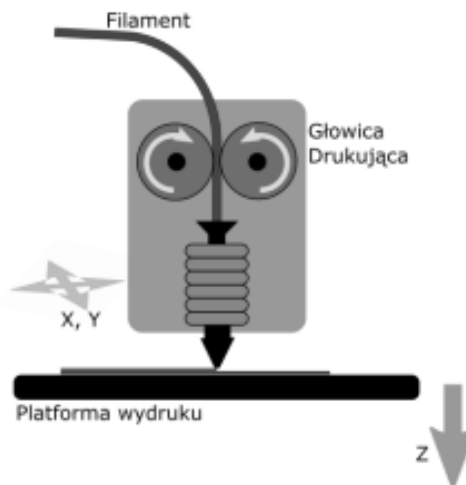
Rys. 1. Paluch koślawy (halux valgus).

Obecnie przyjmuje się dwa podejścia w leczeniu schorzenia palucha koślawego: leczenie zachowawcze oraz operacyjne. Pierwsze z nich polega na zastosowaniu specjalnych ortez, których pozytywny wpływ nie został dotąd udowodniony. Ponieważ leczenie operacyjne niesie za sobą poważną ingerencję w organizm ludzki, niezwykle istotne jest rozważenie wskazań do zabiegu. Wskazaniami do leczenia operacyjnego są m.in. dolegliwości bólowe i/lub problemy z doborem obuwia. Dane te pozyskiwane są podczas specjalistycznego wywiadu z pacjentem, uwzględniając jego zawód, aktywność sportową oraz rodzaj stosowanego obuwia. Jeżeli pacjent wstępnie zostanie zakwalifikowany do operacji, należy wykonać zdjęcie obrazowe stopy, stanowiące kluczowe narzędzie podczas planowania postępowania operacyjnego (Gądek i in. 2013).

Model trójwymiarowy jest w stanie dostarczyć większej ilości informacji, niż badanie obrazowe. W celu uzyskania takich modeli wykorzystuje się m.in. technikę szybkiego prototypowania. Szybkie prototypowanie to proces tworzenia fizycznych modeli lub prototypów produktów w krótkim czasie, który umożliwia szybka weryfikację i testowanie projektów przed przejściem do produkcji masowej. Jedną z metod szybkiego prototypowania jest wytwarzanie przyrostowe (AM, z ang. Additive manufacturing). AM to technologia, w której obiekt tworzony jest przez nanoszenie materiału warstwa po warstwie, w przeciwieństwie do tradycyjnych metod (odlewanie, wtryskiwanie) lub metod ubytkowych (element wykonywany przez usuwanie materiału). Proces AM uwzględnia następujące po sobie etapy: opracowanie trójwymiarowego modelu, przygotowanie formatu pliku odpowiedniego dla urządzeń wytwarzających (np. STL, STEP), ustalenie parametrów wytwarzania, wytworzenie elementu fizycznego, obróbka wykańczająca. (Sasimowski 2015).

Druk 3D jest jedną z najbardziej rozpowszechnionych metod wytwarzania przyrostowego. Istnieje wiele rozwiązań realizacji druku, a zróżnicowanie wynika ze sposobu realizacji wytwarzania warstw. Wyróżnia się cztery najbardziej rozpowszechnione metody druku 3D: FFF/FDM, SLA, SLS, CJP (Caban i in. 2017).

W zastosowaniach medycznych najczęściej stosowaną metodą jest technologia FDM (z ang. fused deposition modeling), w której materiał bazowy (filament w postaci żyłki), wprowadzany jest za pomocą ekstrudera do głowicy drukującej. Filament wykonany jest z tworzywa termoplastycznego o różnych średnicach, który po doprowadzeniu do głowicy drukującej podgrzewany jest do temperatury umożliwiającej jego topienie i rozprowadzanie warstwa po warstwie przez dyszę głowicy, tworząc trójwymiarowy obiekt (Rys. 2) (Szmidt i in. 2017).



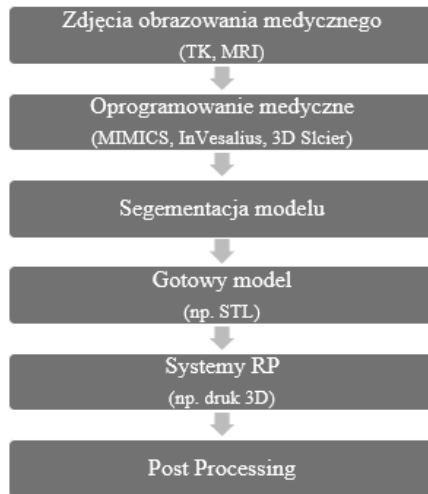
Rys. 2. Schemat poglądowy realizacji wydruku metodą FFF/FDM (Szmidt i in. 2017).

Technologię FDM najczęściej wykorzystuje się w celu uzyskania modeli poglądowych zawierających dokładne odwzorowanie struktur narządu pacjenta. Są istotnym narzędziem, umożliwiającym usprawnienie planowania operacji, symulacji procedur i doskonalenia technik chirurgicznych. Przygotowanie indywidualnego modelu anatomicznego pacjenta, opiera się o metodę inżynierii odwrotnej i można go przedstawić za pomocą schematu (Rys.3) (Ciemny 2017).

Zdjęcia diagnostyczne importowane są do specjalnego oprogramowania (np. 3D Slicer) umożliwiającego segmentację obrazu, na podstawie dobranej dla tkanki skali Hounsfielda oraz usunięcie artefaktów. Proces ten wymaga szczególnej dokładności, aby jak najlepiej odwzorować kształt danej struktury anatomicznej. Gotowy model zapisywany jest w formacie STL, umożliwiając jego import do dedykowanego oprogramowania drukarki tzw. Slicera. Slicery to programy umożliwiające wybór odpowiednich parametrów druku tj. temperatura głowicy, temperatura stołu

roboczego, prędkość wydruku, gęstość i sposób wypełnienia itp. Odpowiedni dobór parametrów ma istotny wpływ na jakość wydruku oraz odwzorowanie geometrii drukowanego przedmiotu, ponieważ na ich podstawie generowany jest g-code. G-code to język programowania używany m.in. w druku 3D, uważany za standardowy format instrukcji, przekazujący informacje maszynie.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie możliwości wykorzystania druku 3D w technologii FDM do wykonania fizycznego modelu palucha koślawego.



Rys. 3. Schemat postępowania podczas wytwarzania modeli anatomicznych (Ciemny 2017).

2. Materiały i metody

W celu wytworzenia modelu anatomicznego wykorzystano zdjęcia z badania obrazowego tomografii komputerowej, pacjenta obciążonego schorzeniem palucha koślawego. Pliki zaimportowano do oprogramowania 3D Slicer umożliwiającego dokładną segmentację wybranej struktury anatomicznej oraz uzyskanie modelu w formacie STL, niezbędnego do stworzenia g-code'u.

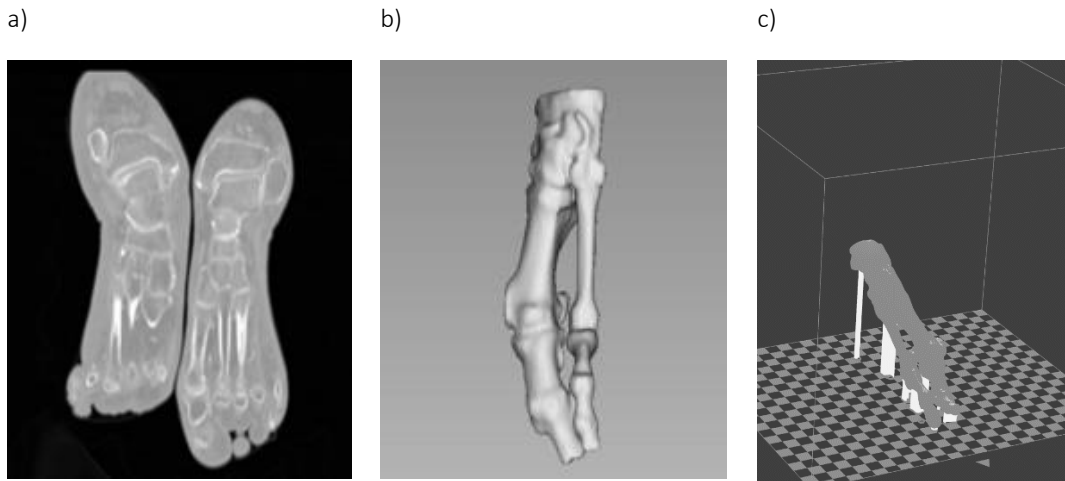
Do wydruku modelu anatomicznego wybrano materiał ABS Medical producenta Spectrum Filaments. To wysokiej jakości tworzywo termoplastyczne zaprojektowane do zastosowań medycznych, spełniające wymagania zgodności biologicznej do 30 dni w kontakcie z ciałem człowieka (Rys. 4).

Plik STL zaimportowano do oprogramowania drukarki umożliwianego prawidłowe zorientowanie względem stołu roboczego oraz ustawienie parametrów druku tj. temperatura głowicy, temperatura stołu roboczego, sposób i gęstość wypełnienia. Parametry zestawiono w Tab. 1.

Model anatomiczny wykonano przy użyciu drukarki 3D UP BOX chińskiego producenta TierTime (Rys. 5).

Tab. 1. Parametry wydruku modelu anatomicznego.

| Parametr | Wartość |
|-----------------------------|-------------|
| Materiał | ABS Medical |
| Temperatura głowicy | 240 |
| Temperatura stołu roboczego | 90 |
| Sposób wypełnienia | Kratka |
| Gęstość wypełnienia | 60% |



Rys. 4. Etapy uzyskania modelu fizycznego: a) zdjęcie tomografii komputerowej pacjenta ze schorzeniem koślawego palucha, b) uzyskany model palucha koślawego w formacie STL, c) widok pliku przygotowanego do wydruku w programie UP Studio.



Rys. 5. Wykorzystana drukarka 3D UP BOX.

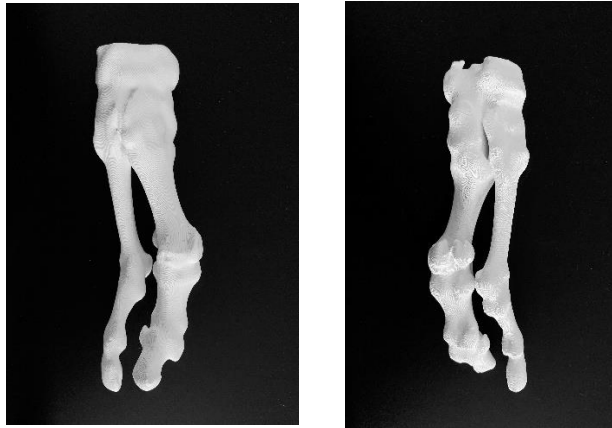
Urządzenie charakteryzuje się dużym obszarem roboczym – 25,5 x 20,5 x 20,5 cm, posiada zamkniętą komorę roboczą umożliwiającą druk z materiałów potrzebujących stabilnych warunków (m.in. ABS).

3. Wyniki i dyskusja

W procesie wytwarzania przyrostowego uzyskano fizyczny model palucha koślawego. Drukowany element odzwierciedla faktyczny stan danej struktury anatomicznej, dlatego też może stanowić nieocenioną pomoc przy planowaniu zabiegów operacyjnych (Rys. 6).

Drukowane modele struktur anatomicznych są z powodzeniem wykorzystywane do planowania przedoperacyjnego. Takie zastosowanie technik przyrostowych w medycynie przedstawili w swojej pracy m.in. Małgorzata Cykowska-Błasiak i Paweł Ozga. Opisali proces druku trójwymiarowego modelu anatomicznego miednicy w celu wykorzystania w postępowaniu

przedoperacyjnym. Badacze stwierdzili, że dzięki zastosowaniu trójwymiarowych modeli odwzorowujących wnętrze danego pacjenta możliwe jest efektywniejsze zaplanowanie zabiegu, co skutkuje skróconym przebiegiem operacji. W artykule zwrócono szczególną uwagę na proces tworzenia modelu STL, w którym niezwykle czasochłonnym zajęciem jest etap usuwania artefaktów (Cykowska-Błasiak i in. 2015).



Rys. 6. Modele fizyczne otrzymane w procesie druku 3D.

Korzystanie z druku 3D do wykonywania modeli struktur anatomicznych niesie również inne korzyści zarówno dla lekarzy, jak i dla pacjentów. Jedną z nich jest skrócenie czasu zabiegu, co skutkuje zmniejszeniem ryzyka infekcji oraz zakrzepicy. Ma to bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo i zdrowie pacjenta (Wojnarowska i Miechowicz 2019). Ponadto trójwymiarowy drukowany model może posłużyć do przeprowadzenia symulacji technik operacyjnych. Przeprowadzenie próbnej operacji powinno skutkować przyspieszeniem rzeczywistej procedury. Wynika to m.in. z tego, że lekarz może się dokładnie zapoznać z anatomią pacjenta, ale również z możliwości wykorzystania przygotowanych wcześniej personalizowanych elementów implantowanych. Zazwyczaj korzysta się z uniwersalnych elementów, które przygotowuje się bezpośrednio na sali operacyjnej w trakcie zabiegu, co może prowadzić do wydłużenia trwania procedury chirurgicznej (Jaworski i in. 2016).

Innym ważnym zastosowaniem modeli struktur anatomicznych jest ich zastosowanie jako narzędzia do edukacji pacjentów. Mogą być one przydatne do poprawy interakcji między lekarzami a pacjentami. Trójwymiarowy model jest bardziej przystępny dla pacjentów niż obrazy DICOM. W pracy (Biglino et al. 2017) poddano ocenie 20 przypadków zastosowania wydrukowanych modeli do wyjaśnienia procedury chirurgicznej nastoletnim pacjentom. Badacze zaobserwowali poprawę w zakresie zrozumienia przebiegu procedury chirurgicznej, a także poczucia komfortu pacjenta w porównaniu z brakiem fizycznego modelu 3D. Co więcej, takie modele pozwalają pacjentom i ich rodzinom na lepsze poznanie natury ich choroby.

Poza edukowaniem pacjentów, modele 3D mogą również stanowić istotny element dydaktyczny dla studentów i przyszłych medyków. Jak pokazała praca (Zhen et al. 2020), medycyny uczący się anatomii z użyciem drukowanych modeli 3D osiągnęli lepsze wyniki w testach niż grupa ucząca się na zwłokach lub z użyciem obrazów 2D. Na duży potencjał stosowania drukowanych modeli 3D w nauczaniu młodych lekarzy wskazują również autorzy pracy (Shi et al. 2021). Można więc stwierdzić, że modele 3D są bardzo dobrym narzędziem dydaktycznych.

Podczas wydruku należy brać pod uwagę jakość otrzymywanego modelu, która w dużej mierze zależy od przyjętych parametrów. Metoda FDM charakteryzuje się powstawaniem widocznych warstw nakładanego materiału. W procesie przygotowania pliku STL do druku należy więc uwzględnić kształt drukowanego obiektu oraz dokładnie zaplanować jego położenie na platformie drukarki, tak aby jak najdokładniej odzwierciedlił rzeczywisty kształt modelu.

Wpływ orientacji względem platformy roboczej na jakość wydrukowanej struktury pojawia się w wielu artykułach naukowych. W swojej pracy uwzględnił to m.in. Siemiński P. i in. opisując wpływ pozycjonowania modelu względem wybranej osi, na kształt oraz właściwości mechaniczne otrzymanych wydruków. W artykule uwzględnione zostały także aspekty redukcji wykorzystywanego materiału, wynikające z minimalizacji powstawania struktur podporowych, niezbędnych do wydrukowania ścian modelu (Siemiński i in. 2015).

4. Wnioski

W artykule przedstawiono proces otrzymania fizycznego modelu struktury anatomicznej przy użyciu technik szybkiego prototypowania. Stwierdzono, że wykorzystanie druku 3D do wytworzenia modelu przedoperacyjnego palucha koślawego przynosi liczne korzyści. Model daje lekarzom możliwość dokładnego zbadania struktury palucha, odwzorowanej 1:1, przed przeprowadzeniem operacji, co prowadzi do lepszego zrozumienia unikalnej anatomii pacjenta. Model umożliwia specjalistom dobór odpowiedniej techniki i metody leczenia, co przyczynia się do precyzyjnego i spersonalizowanego podejścia do operacji. Dodatkowo posiadanie fizycznego modelu anatomicznego może być wykorzystane jako narzędzie komunikacji z innymi specjalistami jak i pacjentem, ułatwiając wyjaśnienie planowanej procedury i udzielenie odpowiedzi na pojawiające się pytania.

5. Literatura

- Bajerska M, Ambroź A, Wiecheć M (2015) Paluch koślawy-postępowania fizjoterapeutyczne. *Praktyczna Fizjoterapia & Rehabilitacja* 9: 32-9.
- Biglino G, Koniordou D, Gasparini M i in. (2017) Piloting the use of patient-specific cardiac models as a novel tool to facilitate communication during clinical consultations. *Pediatric Cardiology* 38: 813-818.
- Caban J, Szala M, Kęsik J i in. (2017) Wykorzystanie druku 3D w zastosowaniach automotive. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 18: 573-579.
- Ciemny, K. (2017). Dlaczego medycyna potrzebuje druku 3D?. *Medical Robotics Reports* 6.
- Cykowska-Błasiak M, Ozga P (2015) Wydruk 3D jako narzędzie do planowania zabiegów ortopedycznych. *Budownictwo i Architektura* 14(1): 15-23.
- Gądek A, Liszka H, Łoboda K (2013) Współczesne metody leczenia operacyjnego deformacji koślawej palucha. *Przegląd Lekarski* 70(7): 468-472.
- Jaworski R, Haponiuk I, Chojnicki M i in. (2016) Nowoczesne obrazowanie z wykorzystaniem wydruku 3D – technologia wspomagająca leczenie złożonych wrodzonych wad serca u dzieci. *Folia Cardiologica* 11(5): 409-414.
- Sasimowski E (2015) Przyrostowe metody wytwarzania elementów z tworzyw polimerowych. *Przetwórstwo Tworzyw* 21(4 (166)): 349-354.
- Shi J, Fu S, Cavagnaro MJ i in. (2021) 3D Printing Improve the Effectiveness of Fracture Teaching and Medical Learning: A Comprehensive Scientometric Assessment and Future Perspectives. *Frontiers in Physiology* 12: 726591.
- Siemiński P, Błazucki P (2015) Zastosowanie przyrostowej metody Zastosowanie przyrostowej metody FDM/FFF do wytwarzania kół przekładni zębatych do wytwarzania kół przekładni zębatych. *Mechanik* 12: 173-179
- Szmidt A, Rębosz-Kurdek A (2017) Sposoby doskonalenia druku 3D w technologii FDM/FFF. *Mechanik* 3: 258-261.
- Wojnarowska W, Miechowicz S (2019) Wspomaganie planowania alloplastyki stawu kolanowego przy pomocy nowoczesnych metod inżynierskich. *Inżynier i Fizyk Medyczny* 8(5): 413-416.
- Ye Z, Dun A, Jiang H i in. (2020) The role of 3D printed models in the teaching of human anatomy: a systematic review and meta-analysis. *BMC Medical Education* 20: 335.

4. Ortezy – współczesne rozwiązania w medycynie: podział, przegląd zastosowań, materiałów i technologii wykonania

Orthoses – contemporary solutions in medicine: classification, overview of applications, materials and manufacturing technologies

Dul Magdalena

Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej, Wydział Matematyki i Fizyki Stosowanej, Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Sławomir Miechowicz

Dul Magdalena: 169872@stud.prz.edu.pl

Słowa kluczowe: drukowanie 3D, urządzenie ortopedyczne, oprogramowanie 3D-CAD

Streszczenie

Ortezy to urządzenia medyczne służące człowiekowi do stabilizacji i poprawy funkcjonowania kręgosłupa oraz kończyn. Znane są człowiekowi już od starożytności. To właśnie one dają szansę osobom z różnymi dysfunkcjami oraz urazami ciała na poprawę swojego zdrowia i jakości życia. Współcześnie urządzenia te stały się nieodłącznym elementem medycyny. Ich technologie wykonania i materiały są stale ulepszane, co powoduje, iż ortozy są coraz bardziej skuteczne i precyzyjne. Jedną z powszechnie stosowanych sposobów wytwarzania ortoz jest drukowanie 3D.

1. Wstęp

W dzisiejszych czasach ortozy to bardzo często wykorzystywane i skuteczne rozwiązania stosowane w medycynie. Służą człowiekowi do stabilizacji i poprawy funkcjonowania kręgosłupa oraz kończyn. To właśnie one dają szansę osobom z różnymi dysfunkcjami oraz urazami ciała na poprawę swojego zdrowia i jakości życia. Współcześnie urządzenia te stały się nieodłącznym elementem medycyny. Ich technologie wykonania i materiały są stale ulepszane, co powoduje, iż są one coraz bardziej skuteczne i precyzyjne.

Artykuł ten ma na celu zebranie wiadomości i dostarczenie czytelnikowi wiedzy na temat ortez jako współczesnych rozwiązań w medycynie oraz przybliżenie czym są te urządzenia ortotyczne, jakie mają zastosowania, rodzaje i znaczenie we współczesnej medycynie.

W pierwszej części artykułu przedstawiony zostanie zarys historyczny tego urządzenia wspomagającego. Zaprezentowane zostaną najważniejsze etapy ich rozwoju oraz skąd wzięły swój początek. Omówione zostaną także różnice między ortezami a protezami i stabilizatorami.

Dalsza część artykułu skupiać się będzie na współczesnym zastosowaniu ortoz w medycynie oraz korzyściach jakie przynoszą. Pokazane oraz opisane zostaną również ich rodzaje według podziału ze względu na: lokalizację anatomiczną, zastosowanie oraz konstrukcję.

W końcowej części artykułu omówione zostaną materiały i technologie wykorzystywane do wytwarzania oraz projektowania ortoz, w tym metoda druku 3D oraz biozgodne filamenty. Przedstawione zostanie także jak ważne jest prawidłowe dopasowanie ich do indywidualnych potrzeb pacjenta.

2. Opis zagadnienia

Nazwa „orteza” pochodzi od dwóch wyrazów z języka greckiego. Pierwszym jest „orthos” oznaczające „prawidłowo, prosto”. Drugim zaś jest „thesis”, czyli „położenie”. Znając pochodzenie słowa orteza można już domyślać się jego znaczenia. (Gieremek i in. 2016) Jest to aparat ortopedyczny, którego celem jest zastąpienie lub wspomaganie funkcji uszkodzonej kończyny lub kręgosłupa. Nazywany jest także ortopedyczną protezą. Warto jednak podkreślić różnice pomiędzy

proteżami a ortezami. Są to dwa różne urządzenia, które są wykorzystywane w celu przywrócenia sprawności fizycznej pacjenta. Pierwsza i najważniejsza różnica między nimi to funkcje, które spełniają. Zadaniem ortozy jest doleczenie przed i pooperacyjne, jak i leczenie zachowawcze, w miejscu gdzie leczenie operacyjne nie zapewnia poprawy. Funkcjami proteż są natomiast: utrzymanie integralności tkankowej, ochrona tkanek oraz poprawa estetyki – poprzez zastąpienie proteżą amputowanej kończyny - oraz najważniejsze jej zastosowanie, czyli przywrócenie funkcji narządu lub kończyny. Kolejną różnicą jest czas stosowania. Ortezy wykorzystuje się tymczasowo, natomiast proteża jest stałym aparatem ortopedycznym używanym w ciągły sposób.

Warto także zwrócić uwagę na to, że stabilizator to nie synonim ortozy, pomimo iż są to sprzęty medyczne, które pomagają w leczeniu dolegliwości w obrębie stawu oraz ich funkcją jest zmniejszenie bólu. Stabilizator ma za zadanie zabezpieczać staw po przebytej kontuzji, w trakcie leczenia. Orteza natomiast jest używana po znaczących urazach takich jak na przykład złamania czy skręcenia trzeciego stopnia. Podsumowując stabilizator wykorzystuje się przy mniejszych urazach, w których należy zabezpieczyć staw, jednocześnie zachowując swobody ruchu, zaś ortezę stosuje się przy zabezpieczeniu poważnych kontuzji, gdy wymagana jest duża stabilizacja uszkodzonego stawu.

3. Przegląd literaturowy

3.1 Zarys historyczny

Początki ortozy sięgają starożytności, kiedy to zaczęto stosować różne usztywnienia w celu wsparcia urazów i schorzeń kończyn. W Egipcie już około 2600 lat p.n.e. stosowane były kołki do usztywniania złamanych kości. Wraz z rozwojem cywilizacji i medycyny oraz wiedzy o anatomii, ortozy były ulepszone lub kreowane były nowe rozwiązania.

W pismach Hipokratesa jest mowa o wykorzystywaniu i tworzeniu pierwszego obuwia, które miało na celu wspomaganie oraz korygowanie zniekształconych kończyn. Natomiast w artykule „History of Orthotic Footwear and Modern Orthotics” zamieszczonym na stronie WWW.care-med.ca pierwsze obuwie ortopedyczne wynaleziono ponad 2000 lat temu. Były to sandały wewnątrz, których umieszczone zostały warstwy wełny. Wełniane warstwy zapewniały amortyzację oraz zwiększały komfort noszenia. Jednak także w tym artykule za pierwszą prawdziwą ortezę stopy uznaje się tą firmy Boston Orthopedist Royal Whitman, która swój debiut miała w 1905 roku.

Oprócz obuwia ortopedycznego ludzie opracowywali także inne ortozy. W jednym ze swoich dzieł Laurentius Heister, żyjący w latach 1683-1758, opisał leczenie wad kręgosłupa przy użyciu gorsetów. Swoją koncepcję na nie przedstawił także Percival Pott, który to stosował gorset z wyciągiem na głowę i uciskiem na garb. Współcześnie u dzieci wykorzystywane są gorsety ortopedyczne w celu profilaktyki i korekcji skrzywień i wad kręgosłupa. Za pierwszą osobę, która leczyła dzieci z uszkodzeniami narządów i ograniczeniami sprawności fizycznej, uznaje się szwajcarskiego lekarza Jeana-André Venela (1740 - 1791), będącego pionierem w dziedzinie ortopedii. Stosował on używane jeszcze we współczesnych czasach ortozy takie jak: szyna Saint-Germaina oraz szyna Denisa-Browna. Postępy technologiczne, cywilizacyjne oraz rozwój medycyny przyczyniły się do rozwoju ortez. (Kruczyński i in. 2019).

3.2 Podział i rodzaje ortez

Ortezy dzieli się bowiem ze względu na lokalizację anatomiczną, zastosowanie oraz konstrukcję. Wśród ortopedycznych proteż wyróżnia się także podział na dzienne i nočne. Ortezy dzienne noszone są zwykle przez większą część dnia, w celu zapewnienia stabilizacji i/lub wsparcia dla stawu oraz kości podczas wykonywania codziennych czynności. Orteza nocna to aparat ortopedyczny zakładany na noc, w celu poprawy lub zabezpieczenia urazu stawu lub kości. Chroni dany obszar ciała przed uszkodzeniami mechanicznymi podczas snu, a także zmniejsza odczuwanie bólu.

Ze względu na rodzaj użytych materiałów oraz budowę ortopedyczna proteza nazywana jest także: kołnierzem, gorsetem, szyną lub temblakiem itp. Kołnierz zakładany jest na szyję w celu stabilizacji kręgosłupa szyjnego. Używa się je w przypadkach urazów szyi, zwyrodnieniowych chorób kręgosłupa, po operacjach kręgosłupa oraz na przykład przy transporcie poszkodowanego po

wypadku w karetkę. Kołnierz musi być regulowany, aby zapewniać odpowiednie wsparcie szyi i kręgosłupa, dlatego do jego wykonania stosuje się miękkie, elastyczne materiały.

Gorset również jest rodzajem ortopedycznej ortozy stosowanej w celu stabilizacji kręgosłupa, natomiast jest wykorzystywany w celu innych dolegliwości, takich jak na przykład: pooperacyjne powikłania czy skolioza. Koryguje deformacje i wspiera rehabilitację po operacji kręgosłupa. Ze względu na ich funkcje dzieli je się na: stabilizujące, odciążające, korekcyjne oraz unieruchamiające. (Przeździak, Nyka 2008).



Rys. 3. Gorset ortopedyczny (Weiß, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kyphosis_brace_2.jpg).

Szyna służy do stabilizacji kończyn lub stawów. Zazwyczaj wykonywana jest z twardej, metalowej lub plastikowej płytki, której zadaniem jest przytrzymywanie kości lub stawu w ustalonej pozycji. Może być wykorzystywana w leczeniu złamań, zwichnięć, skręceń oraz różnych chorób takich jak zapalenia lub zwyrodnienia stawów. Stosowane mogą być długoterminowo – w celu poprawy funkcjonowania stawu lub tymczasowo – w celu zabezpieczenia stawu przed dalszymi uszkodzeniami. Wyróżnia się szyny gipsowe, dynamiczne oraz termoplastyczne.

Ortezy dzieli się na: tułowia, głowy i szyi, brzuszne, kończyn górnych oraz kończyn dolnych. Zależnie od funkcji ortopedycznych protez kręgosłupa, są one także podzielone na: głowy, głowowo-szyjne, szyjne, szyjno-piersiowe, szyjno-piersiowo-łędźwiowe, obojczyka, żebrowo-mostkowe, piersiowe, piersiowo-łędźwiowo-krzyżowe, piersiowo-łędźwiowo-krzyżowe-niskie, łędźwiowo-krzyżowe, brzuszne (Gieremek i in. 2016). Ich funkcje różnią się sposobami unieruchomienia, regulacją, czy też sposobem odciążenia. Unieruchomienie polega na uniemożliwieniu stawom ruchów we wszystkich płaszczyznach. Może być regulowane lub stałe. Do funkcji ortopedycznych protez zalicza się także: stabilizację, korekcję, odciążenie, kompensację oraz kompresję. Stabilizacja polega na ograniczeniu zakresu ruchu w stawie, minimalizuje zdolność do przemieszczania się. Korekcja oznacza poprawę nieprawidłowej postawy ciała, wad postawy lub deformacji kończyn, poprzez kontrolowanie ruchów stawów. Ortezy korekcyjne służą do zmiany biomechaniki ciała, poprawiają równowagę, kontrolę ruchu oraz zmniejszają ból. Kompensacyjna funkcja polega na wspomaganiu osłabionych mięśni. Poprawia lub zastępuje naturalne ruchy stawów. Odciążenie powoduje zmniejszenie obciążenia na danym obszarze, na który działa ortopedyczna proteza. Może być ono niepełne, pełne lub pełne regulowane (Gieremek i in. 2016).

Konstrukcja ortez kończyn górnych powinna być lekka i precyzyjnie dopasowana, w celu zapewnienia maksymalnego komfortu noszenia. Może zostać dostosowana w taki sposób, aby umożliwić pacjentowi wykonywanie określonych czynności, takich jak chodzenie, skręcanie czy unoszenie kończyny, jednocześnie zapewniając odpowiednie wsparcie i stabilizację. Dobrze zaprojektowana ortopedyczna proteza powinna uwzględniać indywidualne potrzeby klienta, a także uwzględniać jego zdolności fizyczne i cele terapeutyczne. Współpraca między lekarzem, ortopedą i specjalistą od ortez jest kluczowa w procesie dostosowywania tych aparatów, aby zapewnić optymalne rezultaty terapeutyczne oraz poprawę jakości życia pacjenta.

Ortezy kończyn górnych dzieli się na: palców ręki, nadgarstka, stawu łokciowego oraz stawu ramieniowego. Tak jak w przypadku ortopedycznych protez kręgosłupa, ortozy kończyn górnych pełnią różne funkcje w tym: unieruchamiające, korekcyjne, stabilizujące, odciążające oraz korygujące.



Rys. 4. Orteza nadgarstka (Yang,https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wrist_brace.jpg).

Trudnym i niezwykle ważnym zagadnieniem w medycynie są wady rozwojowe u niemowląt. Mogą to być między innymi odchylenia łokciowe lub promieniowe w stawie nadgarstkowym. Czasem towarzyszy temu niedorozwój kończyny lub brak pojedynczych palców. W leczeniu tego problemu terapeutycznego także zastosować można ortozy, które przyjęto nazywać redresyjnymi. Ich zaprojektowanie i wyprodukowanie nie jest łatwym zadaniem, gdyż ręka dziecka jest mała i delikatna. Ortezy dla dzieci często wykonuje się z tworzyw sztucznych zamiast z metalu, aby zapewnić komfort noszenia małemu pacjentowi, redukując wagę ortopedycznej protezy.

Dolne kończyny pełnią funkcję lokomocyjną oraz podporową, dlatego większość ortez na tą część ciała ma za zadanie poprawić stabilizację stawów. Używa się ich głównie w przypadku skręceń, urazów i powikłań z nimi związanych. Zależnie od funkcji ortopedycznych protez kończyn dolnych, są one podzielone na ortozy: palców stopy, stawu kolanowego oraz stawu biodrowego. W celu zapewnienia wydolności kończyny dolnej w zakresie funkcji podporowej należy zapewnić pełną stabilizację stawom. Skutkuje to ograniczeniem pracy mięśni, co może doprowadzić do ich stopniowego zaniku, dlatego nie zaleca się nadużywania ortez oraz ich za długiego noszenia. Ortopedyczne protezy kończyn dolnych pełnią różne role między innymi stabilizującą, unieruchamiającą, korekcyjną oraz odciążającą. W niedowładnej nodze za stabilizację stawu biodrowego odpowiada pas z szyną nad- lub podgrzebieniową. Zapobiegają one skręcaniu się aparatu wokół pionowej osi.

3.3 Materiały i technologie

Rozwój nowoczesnych technologii oraz postęp technologiczny przyczynił się do tego, że ortozy stały się coraz bardziej skomplikowane, bardziej wyspecjalizowane i lepsze pod względem leczenia. Wraz z wprowadzeniem materiałów takich jak tworzywa sztuczne, elastomery, włókna szklane i węglowe, możliwe stało się stworzenie ortozy o bardziej precyzyjnym dopasowaniu i lepszej funkcjonalności.

Podczas tworzenia ortozy należy uwzględnić jej zastosowanie, a także miejsce jej umieszczenia, w celu doboru odpowiednich materiałów i techniki wykonania. Należy także skupić się na tym, czy dana ortopedyczna proteza, którą należy stworzyć, ma być powszechna – o danym rozmiarze, czy też spersonalizowana i tworzona dla wymiarów konkretnego pacjenta. W trakcie projektowania powinno się uwzględnić grupę odbiorców i/lub pojedynczego jej odbiorcę.

Jedną z technik wytwarzania ortez dla klienta indywidualnego jest metoda druku 3D. W medycynie stosowany jest w takich dziedzinach jak: ortopedia, stomatologia czy kardiologia. Druk 3D w branży medycznej to około 25% całego rynku wykorzystania drukarek 3D. Zastosowanie tej

metody w produkcji spersonalizowanych ortez obniżyło ich koszty wyprodukowania. Przyczyniło się to do ich rozpowszechnienia. Do innych korzyści płynących z zastosowania technologii przyrostowej należą: skrócenie czasu projektowania i wyprodukowania ortozy oraz ograniczenie ilości odpadów. Jednak metoda ta nie ma jedynie zalet, aby orteza wydrukowana mogła zostać wprowadzona na rynek musi być ona wyprodukowana ze specjalnych materiałów – filamnetów medycznych. Druk nie jest wydajny w przypadku produkcji seryjnej i masowej. (Ciemny 2017).

Koncepcja to pierwszy krok w wytwarzaniu produktu. W technologii przyrostowych musi ona zostać przygotowana jako trójwymiarowy obiekt numeryczny. W tym celu stosuje się oprogramowanie 3D-CAD. Trójwymiarowy obiekt numeryczny można także uzyskać w wyniku digitalizacji wykonanej na przykład za pomocą skanera 3D. Skanowanie 3D to proces pozyskiwania informacji o kształcie i wymiarach obiektu w postaci trójwymiarowego modelu cyfrowego. Proces ten polega na wykorzystaniu specjalnego urządzenia, zwanego skanerem 3D, które skanuje powierzchnię obiektu, rejestrując odległości między nim a skanerem. Dane te są następnie przetwarzane w oprogramowaniu, aby stworzyć wirtualny model 3D. Kolejnym etapem jest przygotowanie geometrii. Model może być opisany za pomocą siatki trójkątów zapisanej w formacie STL. Stosując oprogramowanie 3D-CAD model zapisany w rozszerzeniu STL jest uzyskiwany jako przekształcenie modelu bryłowego uzyskanego w procesie modelowania CAD. Następnym krokiem jest weryfikacja i przeniesienie plików do oprogramowania przeznaczonego i dostosowanego dla konkretnej maszyny dedykowanej danej technologii przyrostowej (Budzik i in. 2022).

Metodą druku 3D można wydrukować między innymi ortez, protezy oraz implanty. Kluczową rolę odgrywa jednak dobór materiału. Filamnety medyczne wykorzystywane są w druku 3D. Są to cienkie nici lub włókna, zwykle wykonane z materiałów biokompatybilnych, takich jak: poliestry, polipropylen, teflon czy nylon, używane w medycynie do różnych celów. Materiały te muszą spełniać określone normy, aby mogły być zastosowane w branży medycznej. Mogą być stosowane w chirurgii jako szwy, a także w endoskopii jako narzędzia do pobierania próbek tkanek lub usuwania zabrudzeń z narządów wewnętrznych. W produkcji filamentów medycznych stosuje się zaawansowane technologie, aby zapewnić ich wysoką jakość i bezpieczeństwo stosowania. Do ich najważniejszych właściwości należą: biokompatybilność oraz biobójczość. Biokompatybilność to zdolność do przebywania materiału w organizmie bez wchodzenia w różne negatywne reakcje, które mogłyby być niepożądane oraz potencjalnie niebezpieczne dla zdrowia i życia pacjenta. Oznacza to, że filamety posiadające tę właściwość muszą się także charakteryzować nietoksycznością i nie mogą wpływać na układ immunologiczny. Biobójczość natomiast to zdolność surowca do zwalczania drobnoustrojów, które pojawiają się na powierzchni materiału. Ich receptury wzbogacane są określonymi składnikami na przykład nanomiedzią.

Natomiast nie wszystkie ortez są drukowane. Istnieją także inne metody i technologie ich wytwarzania. Mogą być także wykonane za pomocą odcisków gipsowych oraz odlewów, które następnie wykorzystuje technik protetyk do zbudowania konstrukcji ortez lub metodą CNC. Metoda CNC odnosi się do technologii wytwarzania ortez, która wykorzystuje komputerowo sterowane narzędzia do precyzyjnego wycinania i formowania materiałów. CNC umożliwia automatyzację procesu produkcji, co prowadzi do uzyskania produktu o wysokiej dokładności i powtarzalności.

3.4 Materiały stosowane do wytwarzania ortez

Przy doborze materiału, pod uwagę bierze się różne kryteria. Należą do nich między innymi: zastosowanie, rozmiar i rodzaj obszaru anatomicznego, na który ma działać orteza, możliwość i rodzaj regulacji, konstrukcja oraz sposób użytkowania. Filamnety medyczne to nie jedyne materiały wykorzystywane do produkcji ortez. Orteza, która ma zapewniać unieruchomienie stałe może być wykonana z elementów metalowych. Natomiast rękaw kołnierza anatomicznego z dzianiny wypełnia się granulkami styropianu. Kołnierz ten uniemożliwia ruch głowy, ponieważ wykonany jest ze spienionego polietylenu lub pianki z zewnętrznymi wzmocnieniami z tworzywa sztucznego. Miękkim materiałem wyklada się natomiast krawędzie ortozy, aby zwiększyć wygodę i zniwelować uszkodzenia związane z tarcieniem twardego materiału o skórę pacjenta.

Gorsety tworzone są z lekkich, sprężystych materiałów: żywicy epoksydowej, blachy aluminiowej, polipropylenu. Do ich budowy służą płyty polipropylenowe, kształtowane na gipsowym

modelu. Elementy szkieletu gorsetu wykonane na przykład z taśmy duraluminiowej, które połączone są nitami. Gorset doniczkowy ma za zadanie stabilizację i podporę. Musi być dobrze dopasowany. Tą ortezę tworzy się z laminatu epoksydowego albo akrylowego. Innym materiałem wykorzystywanym do wykonania gorsetu doniczkowego jest polipropylen lub polietylen. (Przeździak i Nyka 2008).

Budowa ortezy kończyny dolnej zaliczana jest do konstrukcji zewnętrznej, z czego większość z nich jest tworzona na zasadzie konstrukcji szynowo-opaskowej z elementami metalowymi lub szynowo-tulejkowymi. Taką tulejkę wykonuje się z polipropylenu, skóry lub żywicy epoksydowej. Niekiedy może być zrobiona z tkaniny lub innego materiału. Ze względu na funkcje jakie ma pełnić ta orteza, należy zapewnić jej podparcie lub zawieszenie jej przy użyciu paska wokół tułowia. W jej budowie uwzględnia się także przeguby zawiasowe z blokadą bądź zamkiem. Nie zależnie od rodzaju ortezy w jej projektowaniu należy wziąć pod uwagę miejsca potencjalnie wrażliwe na ucisk (Gieremek i in. 2016).

4. Podsumowanie

Podsumowując omówione zagadnienia, ortezy są istotnym elementem współczesnej medycyny. Przez lata nastąpił znaczący postęp w konstrukcji oraz materiałach i technologii ich wykonania. Ich podział obejmuje różne lokalizacje anatomiczne, zastosowania i konstrukcje, w celu sprostania potrzebom pacjentów. Rozwój ortez jest wynikiem długiej historii, która przebiegała przez wiele etapów. Poznanie tych etapów pozwala lepiej zrozumieć, jak ortez stały się nieodłącznym narzędziem współczesnej medycyny i jak przyczyniają się do poprawy zdrowia i jakości życia pacjentów z różnymi schorzeniami. Nowoczesne technologie produkcji pozwalają na tworzenie coraz bardziej precyzyjnych, lekkich i skutecznych ortez, które doskonale dopasowują się do ciała pacjenta. Wybór odpowiednich materiałów jest kluczowy dla zapewnienia wygody noszenia i długotrwałego efektu terapeutycznego. W związku z tym, ortezy stanowią wszechstronne i skuteczne rozwiązanie dla stabilizacji i poprawy funkcjonowania kręgosłupa oraz kończyn. Ich różnorodne podziały, nowoczesne technologie wykonania, zastosowane materiały i bogata historia rozwoju czynią je niezastąpionymi narzędziami terapeutycznymi, które znacząco wpływają na zdrowie i dobrostan pacjentów.

5. Literatura

- Budzik G, Woźniak J, Przeszlowski Ł (2022) Druk 3D jako element przemysłu przyszłości. Analiza rynku i tendencje rozwoju. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej s. 13-68
- Ciemny K (2017) Dlaczego medycyna potrzebuje druku 3D?. *Medical Robotics* 6: 71-77.
- Gieremek K, Janicki S, Przeździak B i in. (2016) Wyroby medyczne: Zaopatrzenie indywidualne. PZWL Wydawnictwo Lekarskie s. 1 – 115.
- Kruczyński J (2019) Wiktora Degi ortopedia i rehabilitacja, PZWL Wydawnictwo Lekarskie s. 3-8; 407-420.
- Przeździak B, Nyka W (2008) Zastosowanie kliniczne protez, ortoz i środków pomocniczych, *VIA Media* s. 83-138

5. Perfect Match

Natasza Jankowska⁽¹⁾, Joanna Zubrzycka⁽²⁾

⁽¹⁾ Studenckie Koło Naukowe przy Pracowni Stomatologii Przedklinicznej Katedry i Zakładu Medycyny Jamy Ustnej, Wydział Lekarsko-Dentystyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

⁽²⁾ Pracownia Stomatologii Przedklinicznej Katedry I Zakładu Medycyny Jamy Ustnej, Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

Opiekun naukowy: dr n. med. Joanna Zubrzycka

Jankowska Natasza: jankowskanatasza@gmail.com

Słowa kluczowe: stomatologia, materiały kompozytowe, efekt kameleona

Streszczenie

Fala światła o długości od 380 do 780 nm odbierana przez oko ludzkie nazywana jest kolorem. Widzenie kolorów jest wrażeniem subiektywnym. Według modelu CIELAB istnieje 16,777,216 kolorów. Każdy opisany jest przez trzy charakterystyczne cechy - barwę, nasycenie i jasność, którym towarzyszą przezierność, opalescencja, efekt tęczy, połysk powierzchni oraz fluorescencja. Kluczowymi czynnikami w doborze perfekcyjnego koloru są czułe oko operatora odpowiedni oświetlenie pola zabiegowego oraz tło. Aby uzyskać powtarzalność stosuje się kolorniki - VitaPan Classical czy Vita 3D Master. Umożliwiają one szybkie porównanie sąsiadujących odcieni i wybranie najbardziej naturalnego z nich. Z całego wachlarza dostępnych kolorów, w stomatologii zastosowanie znajdują głównie biele, żółcie oraz odcienie szarości. Zależy to przede wszystkim od mineralizacji szkliwa i jego grubości. Szkliwo w części przyszyjkowej jest znacznie cieńsze, a ząb w tym obszarze przyjmuje żółtawą barwę. Biorąc pod uwagę ten fakt, do wypełnień ubytków klasy III i V według Black'a powinno użyć się dwóch różnych odcieni materiału. Jednakże współczesny rynek daje dostęp do kompozytów z efektem kameleona, które umożliwiają odtworzenie wszystkich odcieni klasycznego kolornika za pomocą jednego materiału. Nasuwa się więc pytanie - czy to kameleon jest naszym "perfect match"?

1. Wstęp

Stomatologia estetyczna jest dziedziną, która wymaga od lekarza dentysty nie tylko umiejętności manualnych, ale także odpowiedniego posługiwania się światłem, kształtem i kolorem i fakturą (Rosentritt i in. 1998). Od uzyskanego efektu pracy zależy nie tylko utrzymanie prawidłowej funkcji pełnionej przez określone grupy zębów. Wypełnienia kompozytowe, szczególnie w odcinku przednim wpływają przede wszystkim na wygląd, a tym samym na samopoczucie i samoocenę pacjenta. Dobór odpowiedniego odcienia materiału do wypełnień jest nie lada wyzwaniem dla operatora. Kolorem nazywamy falę świetlną o długości 380-780 nm odbieraną przez oko ludzkie. Widzenie kolorów jest jednak wrażeniem subiektywnym. Według modelu CIELAB istnieje ich bowiem aż 16,777,216. Jak więc wybrać ten jeden idealny?

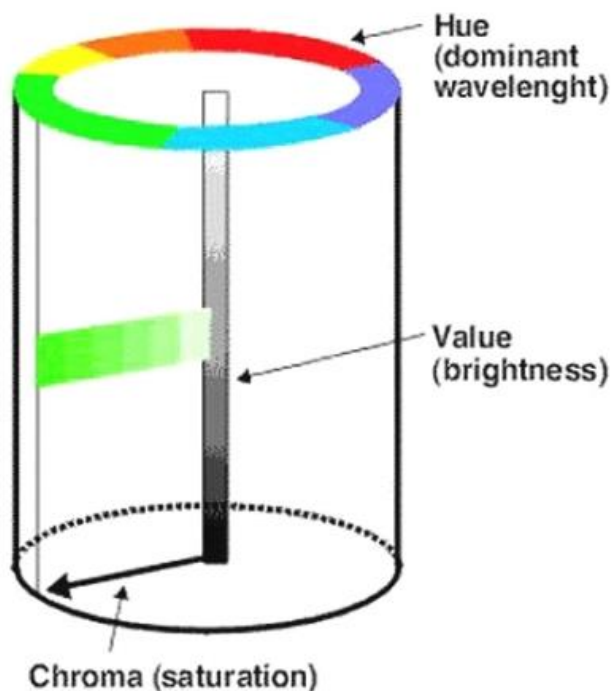
2. Opis zagadnienia

Każdy kolor opisany jest przez trzy charakterystyczne cechy barwę, nasycenie i jasność (Rys. 1) (MacEvoy 2005) którym towarzyszą przezierność, opalescencja, efekt tęczy, połysk powierzchni oraz fluorescencja (Maier 2014). Barwą (hue) nazywamy dominującą długość fali świetlnej. Opisywana jest także jako cecha odróżniająca jedną rodzinę kolorów od innych (Mielnicki 1997). Nasycenie (chroma) określa intensywność i natężenie danego koloru. Pokazuje ono udział bieli w danej barwie, odróżnia kolory silniejsze oraz słabsze (Janicki i Morawski 2001). Jasność (value) jest cechą związaną z ilością światła odbitego lub pochłoniętego. Dzieli kolory na jasne i ciemne. To najważniejsza z cech podczas doboru koloru wypełnienia. Przezierność jest cechą dodatkową, którą określa się jako zdolność do przepuszczania fal elektromagnetycznych. W przypadku tkanek twardych zęba jest ona zależna od ich grubości oraz struktury - szkliwo charakteryzuje się znacznie wyższą

przeziernością niż tkanka zębinowa. Opalescencja dotyczy brzegów siecznych i oznacza mleczny połysk szkliva pod wpływem jego podświetlenia (Vanini 2003). Efekt tęczy związany jest ze zjawiskami fizycznymi takimi jak dyspersja, interferencja oraz dyfrakcja, z czego to właśnie dyfrakcja odpowiada za efekt rozmycia granicy cienia. Połysk powierzchni zjawisko zależne od morfologii tkanki - powierzchnie gładkie powodują odbicie fali świetlnej, natomiast powierzchnie chropowate jej rozproszenie (Dzieciatkowska 2002). Fluorescencja jest zdolnością pewnych substancji do absorbowania energii promieniowania krótkofalowego pasma widmowego, przy czym część tej energii jest emitowana w zakresie światła widzialnego. Zjawisko to zachodzi przede wszystkim w zębinie (Lutskaya et al. 2012).

3. Przegląd piśmiennictwa

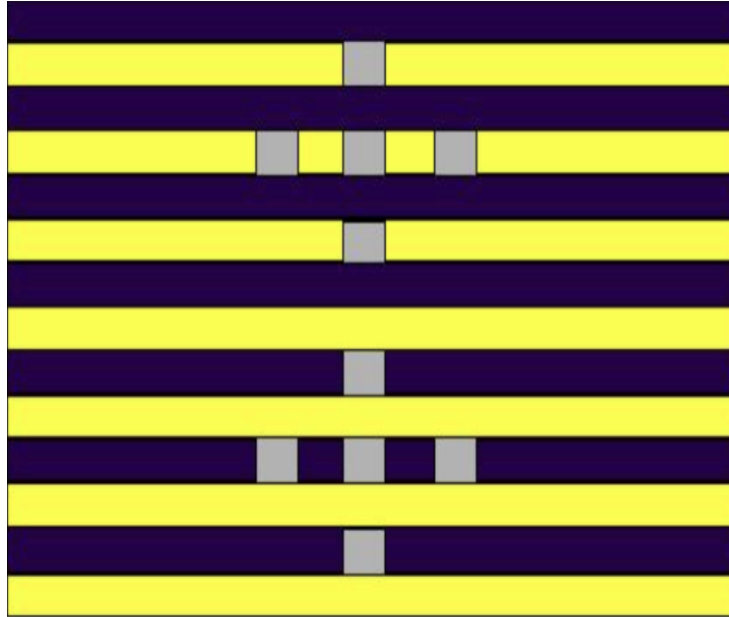
Ze względu na złożoną naturę każdego z kolorów i wszystkie zjawiska, które towarzyszą ich odbieraniu przez oko ludzkie dobór idealnej barwy wypełnienia stanowi dla operatora wyzwanie. Kluczowym aspektem jest czułość jego wzroku, gdyż w codziennej praktyce lekarz posługuje się głównie subiektywną metodą doboru materiału. Korzystając z fabrycznego klucza kolorów powinien wybrać ten, dzięki któremu jest w stanie uzyskać najlepszy efekt estetyczny. Oświetlenie pola zabiegowego stanowi kolejny czynnik wpływający na dobór koloru wypełnienia. Nawet najsprawniejsze oko wypoczętego operatora nie będzie w stanie prawidłowo ocenić barwy tkanek bez dobrze oświetlonego pola zabiegowego. Najlepsze warunki do oceny barwy stwarza rozproszone światło słoneczne o temperaturze 5500 °K i wysokim współczynniku Ra (ponad 90), które pada na badany obiekt symetrycznie pod kątem 45 stopni (Aluchna 2008).



Rys. 1. Zestawienie głównych cech koloru: barwy (hue), nasycenia (chroma) oraz jasności (value) wg systemu A.H. Munsella (The Perception of Color - Webvision - NCBI Bookshelf 2005).

Z punktu widzenia fizycznego są one jednak niemożliwe do uzyskania, podczas trwania całego zabiegu. Tło na jakim znajduje się ząb również nie pozostaje bez znaczenia - najdokładniejszą ocenę koloru uzyskuje się na tle jasnoniebieskim, jasnozielonym lub szarym. Główną rolę odgrywa w tym przypadku zjawisko złudzenia barwnego, które polega na wpływie jednego źródła światła

z otoczenia na badany obiekt. Pozorna zmiana koloru przedmiotu pod wpływem zmiany rodzaju oświetlenia zwana jest metameryzmem (Rys.2) (Małkiewicz 2006; Zubrzycka 2016). Podczas zabiegów z zakresu stomatologii estetycznej wykorzystuje się izolację pola zabiegowego za pomocą koferdamu. Guma koferdamu w kolorze niebieskim jest trafnym wyborem, jednak należy pamiętać o tym, że taka izolacja powoduje tymczasowe zmniejszenie ilości śliny, a co za tym idzie odwodnienie tkanek zęba (Notarantonio i McClintock 2022). Zęby które ulegną dehydratacji pozornie będą wydawać się bielsze niż w fizjologicznym uwodnieniu (Rys. 3).



Rys. 2. Złudzenie optyczne obrazujące zjawisko metameryzmu.



Rys. 3. Ząb 11 po godzinnej izolacji pola zabiegowego z użyciem koferdamu. Zdjęcie obrazujące różnicę w kolorze między siekaczami centralnymi powstałą wskutek dehydratacji tkanek.

Aby uzyskać powtarzalność pomiaru stosuje się kolorniki - VitaPan Classical posiadający zakres od A1 DO D4 oraz bardziej obszerny Vita 3D Master, gdzie dobór odpowiedniej barwy przebiega w trzech krokach: pierwszy- określenie stopnia jasności, drugi- dobranie intensywności koloru oraz trzeci polegający na ustaleniu odpowiedniego odcienia. Umożliwiają one szybkie porównanie sąsiadujących odcieni i wybranie najbardziej naturalnego z nich (Rys. 4).



Rys. 4. Zakres odcieni kolornika VitaPan Classical.

Z całego wachlarza dostępnych kolorów, w stomatologii zastosowanie znajdują głównie biele, żółcie oraz odcienie szarości. Zależy to przede wszystkim od mineralizacji szkliwa i jego grubości. Szkliwo w części przyszyjkowej jest znacznie cieńsze, a ząb w tym obszarze przyjmuje żółtawą barwę, co ma związek z przebijającą się barwą zębiny. Zważając na ten fakt przy wykonywaniu wypełnień klasy III oraz klasy V lekarz dentysta powinien zastosować przynajmniej dwa różne odcienie materiału. Jednakże współczesny rynek stomatologiczny przychodzi nam z wieloma nowymi rozwiązaniami. Jednym z nich są materiały wykazujące tzw. “efekt kameleona”. Przykładem może być materiał OptiShade (Kerr). Zastosowano w nim technologie ART - Adaptive Response Technology, która dzięki zastosowaniu nanocząsteczek wypełniacza o regularnej budowie umożliwia załamywanie i odbijanie fali świetlnej w sposób praktycznie identyczny jak naturalna tkanka zęba (Rys. 5; Rys. 6). Materiał ten dodatkowo został wzbogacony o barwniki, które potęgują satysfakcjonujący efekt estetyczny uzyskany podczas wypełnienia ubytku. OptiShade dostępny jest w trzech wersjach kolorystycznych - light, medium i dark - które łącznie pokrywają wszystkie odcienie klasycznego kolornika VITA. Najlepszy efekt estetyczny podczas pracy z tym kompozytem otrzymuje się w ubytkach otoczonych z każdej strony tkankami zęba bez widocznej granicy (Mikołajczyk i Proc 2021).

Innym materiałem, dzięki któremu można uzyskać równie satysfakcjonujący rezultat jest OMNICHROMA (Tokuyama Dental), czyli uniwersalny materiał, który umożliwia odtworzenie wszystkich odcieni klasycznego kolornika VITA (A1-D4) za pomocą jednej strzykawki. Zastosowano w nim technologię Smart Chromatic, która dzięki odpowiedniej wielkości cząsteczek

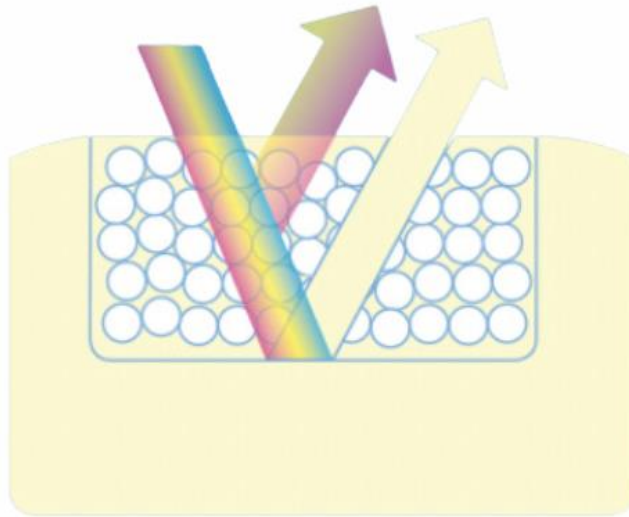
wypełniacza , wykorzystując zjawisko refrakcji i dyfrakcji, pozwala na wygenerowanie efektu idealnego czerwono-żółtego światła, co skutkuje wiernym odtworzeniem tkanek twardych (Colour Through Light | OMNICHROMA | Tokuyama Dental) (Rys. 7). Tokuyama Dental ma w swojej ofercie również OMNICHROMA Bulk-Fill Flow, który umożliwia odbudowę idealnie odpowiadającą tkankom zęba przy użyciu jednej warstwy (OMNICHROMA FLOW BULK) (Rys. 8).



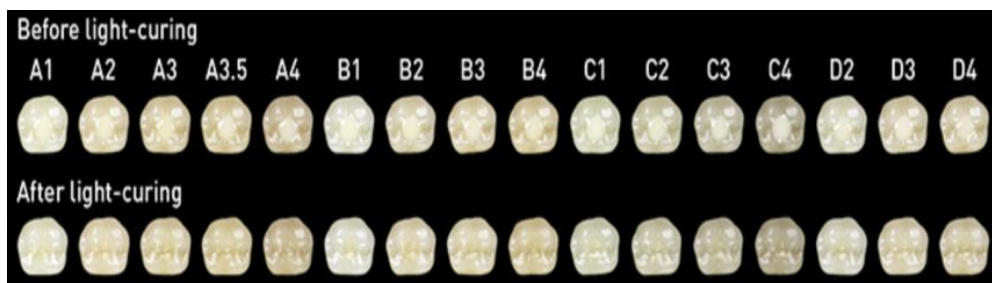
Rys. 5. Ubytki próchnicowe klasy III i V w zębach przednich.



Rys. 6. Wypełnienia z użyciem materiału OptiShade w odcieniu medium w zębach przednich.



Rys. 7. Proces odbicia fali świetlnej przy wykorzystaniu materiału OMNICHROMA do wypełnienia ubytku.



Rys. 8. Ubytki w sztucznych zębach wypełnione za pomocą materiału OMNICHROMA Bulk-Fill Flow, przed oraz po utwardzeniu za pomocą lampy polimeryzacyjnej.

4. Podsumowanie i wnioski

Na podstawie zgromadzonego piśmiennictwa oraz opisu zagadnień związanych z doбором koloru materiału można wysnuć wniosek, że kompozyty wykorzystujące "efekt kameleona" są przyszłością stomatologii estetycznej. Dzięki ich zastosowaniu lekarz jest w stanie zniwelować wpływ idealnych warunków oświetlenia zarówno obiektu jak i tła, na dobór koloru wypełnienia, uzyskując przy tym bardzo zadowalający efekt kosmetyczny. Bez znaczenia nie pozostaje także aspekt ekonomiczny, gdyż zastosowanie takich materiałów ogranicza koszty, które związane są z zakupem szerokiej gamy kolorystycznej, jak zdarza się to w przypadku materiałów konwencjonalnych. Przyczyniają się one również do redukcji zmęczenia wzroku operatora wynikającego z konieczności dokładnej analizy zabarwienia tkanek twardej zęba.

5. Literatura

- Aluchna M, (2008). Patrz tam gdzie wzrok nie sięga...
Colour Through Light <https://omnichroma.de/language/en/colour-2/>
Dzieciątowska M, (2002). Nowa koncepcja estetyki.
Janicki M, Morawski D, (2001). Trójwymiarowa natura koloru oraz czynniki wpływające

- na jego dobór (cz. I). Praktyczne zastosowanie kolorników Vita Classic Lumin Vacuum oraz Vita Classicpan 3D – Master (cz.II).
- Lutskaya I.K, Novak N.V, Kavetsky V. P, (2012). Fluorescencja tkanek twardych zęba i materiałów wypełnieniowych.
- MacEvoy B, (2005). Modern Color Models – Munsell Color System. Color Vision.
- Maier B, (2014). Kolor zębów i jego cechy.
- Małkiewicz K, Loukliński R, Aluchna M i in. (2006). Wpływ barwy tła na postrzeganie koloru materiałów złożonych. Doniesienia wstępne.
- Mielnicki J, (1997). Zarys wiadomości o barwie.
- Mikołajczyk M. i Proc P, (2021). Kolor czy barwnik, dopasowanie koloru wypełnienia i tkanek zęba w stomatologii zachowawczej.
- Notarantonio A.E, McClintock D. (2022) The effect of isolation and dehydration on shade matching, Compendium of continuing education in dentistry
- OMNICHROMA FLOW BULK <https://tokuyama-dental.de/pl/shop/kompozyty/10233-omnichroma-flow-bulk>
- Rosentritt M. et al. (1998) In vivo color stability of resin composite veneers and acrylic resin teeth in removable partial dentures, Quintessence international
- The Perception of Color - Webvision (2005). National Center for Biotechnology Information.
- Vanini L, (2003). Światło i kolor w odbudowach estetycznych zębów przednich. Cz I.
- Vargas M, Saisho H, Maharishi A. et al. (2023). A practical, predictable, and reliable method to select shades for direct resin composite restorations.
- Zubrzycka J, (2016). Ocena barwy wypełnień wykonanych z materiałów kompozytowych z uwzględnieniem zgodności ich koloru z kolornikiem VITA i spektrofotometrem EasyShade.

6. Badanie stanu wiedzy na temat profilaktyki i higieny jamy ustnej wśród uczniów nauczania wczesnoszkolnego

A research on the state of knowledge of prevention and oral hygiene among early childhood education students

Natasza Jankowska⁽¹⁾, Julia Szymańska⁽¹⁾, Karolina Kalicka⁽¹⁾, Joanna Zubrzycka⁽²⁾

⁽¹⁾ Studenckie Koło Naukowe przy Pracowni Stomatologii Przedklinicznej Katedry i Zakładu Medycyny Jamy Ustnej, Wydział Lekarsko-Dentystyczny Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

⁽²⁾ Pracownia Stomatologii Przedklinicznej Katedry i Zakładu Medycyny Jamy Ustnej, Wydział Lekarsko-Dentystyczny Uniwersytetu Medycznego w Lublinie
Opiekun naukowy: dr n. med. Joanna Zubrzycka

Jankowska Natasza: jankowskanatasza@gmail.com **Słowa kluczowe:** profilaktyka jamy ustnej, próchnica, postawa stomatologiczna, nawyki higieniczne

Streszczenie

Próchnica jest chorobą cywilizacyjną dotyczącą ogromny odsetek społeczeństwa, również w wieku rozwojowym. Zdrowe uzębienie mleczne wpływa na prawidłowy rozwój układu stomatognatycznego i zachowanie prawidłowych funkcji poszczególnych grup zębów.

Podczas badania sprawdzono stan wiedzy uczniów klas I-III szkoły podstawowej odnośnie profilaktyki i higieny jamy ustnej.

Do badania przystąpiło 126 uczniów, którzy zostali podzieleni na dwie grupy badawcze. Każda z grup otrzymała ankietę składającą się z 10 pytań dotyczących między innymi metod i czasu szczotkowania zębów, budowy zębów, roli fluoru, regularnych przeglądów stomatologicznych oraz diety niskokariogennej. Grupa 1 rozwiązała ankietę przed uczestnictwem w zajęciach profilaktycznych obejmujących prezentację multimedialną oraz instruktaż szczotkowania oraz oczyszczania przestrzeni międzyzębowych na modelu. Grupa 2 taką samą ankietę otrzymała po przeprowadzonych zajęciach.

Wyniki wskazują na znaczącą poprawę stanu wiedzy uczniów w zakresie higieny i profilaktyki jamy ustnej.

Kształtowanie od najmłodszych lat świadomości w zakresie profilaktyki i higieny jamy ustnej, może skutkować zmniejszeniem ryzyka choroby próchnicowej w dorosłym życiu.

1. Wstęp

Próchnica jako choroba cywilizacyjna ośwładnęła cały świat. Według definicji WHO jest to proces patologiczny miejscowy, pochodzenia zewnątrzustrojowego prowadzący do odwapnienia szkliwa, rozpadu twardych tkanek zęba i w konsekwencji tworzenia ubytku (Wójcicka i in. 2012).

Z ostatniego raportu "Choroba próchnicowa i stan tkanek przyzębia populacji polskiej. Podsumowanie wyników badań z lat 2016-2019" wynika, że częstość występowania próchnicy w grupie 7 oraz 10 latków wynosi kolejno 85,1% oraz 86,3% (Olczak-Kowalczyk i in. 2021). Niestety wielu rodziców nie zdaje sobie sprawy z faktu, że próchnica jest chorobą zakaźną i bagatelizuje przez to konieczność dbania o zęby mleczne u swoich pociech. Wczesne wykrycie problemu pozwala na jego eliminację - odwrócenie procesu demineralizacji tkanek twardych zęba, co zapobiega uszkodzeniu kolejnych jego części. Zdrowe uzębienie umożliwia zachowanie prawidłowych warunków zwarciowych, co przekłada się na odpowiednie funkcjonowanie układu stomatognatycznego oraz pełnienie przez grupy zębowe konkretnych dla nich funkcji. Komunikacja na linii lekarz-pacjent jest podstawą do kształtowania odpowiedniej postawy stomatologicznej, a co za tym idzie uzyskanie satysfakcjonujących efektów leczenia, jednak nie zawsze jest ona efektywna. Te niepokojące informacje stały się powodem przeprowadzenia zajęć z zakresu profilaktyki próchnicy z uczniami klas I-III Szkoły Podstawowej nr 21 im. Królowej Jadwigi w Lublinie. Dodatkowo uczniowie wzięli udział w badaniu, które sprawdzało ich stan wiedzy odnośnie zdrowia

i higieny jamy ustnej oraz zachowań prozdrowotnych zapobiegających występowaniu próchnicy zębów mlecznych i stałych.

2. Cel pracy

Celem pracy było porównanie stanu wiedzy z zakresu zdrowia jamy ustnej uczniów klas I-III Szkoły Podstawowej nr 21 im. Królowej Jadwigi w Lublinie przed i po zajęciach profilaktycznych.

3. Materiał i metody

Przeprowadzono ankietę zawierającą 10 pytań sprawdzających wiedzę uczniów Szkoły Podstawowej nr 21 im. Królowej Jadwigi w Lublinie odnośnie szczotkowania zębów i zdrowych nawyków żywieniowych. Wśród ankietowanych znalazło się 126 dzieci. Uczniów podzielono na dwie jednakowe grupy liczące 63 osoby. Taką samą ankietę rozwiązały dzieci przed i po wysłuchaniu prezentacji oraz pokazaniu instruktażu higieny jamy ustnej. Przeprowadzona akcja profilaktyczna polegała na przedstawieniu w jaki sposób dbać o higienę jamy ustnej. W jej trakcie młodzi pacjenci mieli szansę poznać odpowiednie metody szczotkowania zębów i podstawową morfologię zębów mlecznych oraz stałych, a także przyswoić wiedzę na temat zdrowych nawyków żywieniowych, dzięki którym można zminimalizować ryzyko choroby próchnicowej. W prosty sposób pokazano jak wygląda wizyta u stomatologa i jakimi narzędziami posługuje się lekarz dentysta. Podczas instruktażu na modelu szczęk zaprezentowano metodę Fonesa i sposób oczyszczania przestrzeni międzyzębowych za pomocą nitki dentystycznej.

W celu większej aktywizacji dzieci mogły spróbować swoich sił w szczotkowaniu zębów. Na zakończenie uczniowie mieli możliwość zadania dowolnych pytań na interesujące ich tematy w zakresie stomatologii czy ponowne omówienie zagadnień, które stały się problematyczne.



Rys. 1. Model szczęk wykorzystany podczas instruktażu higieny jamy ustnej.



Rys. 2. Prezentacja multimedialna wśród uczniów klas I-III Szkoły Podstawowej nr 21 im. Królowej Jadwigi w Lublinie.



Rys. 3. Instruktaż higieny jamy ustnej wśród uczniów klas I-III Szkoły Podstawowej nr 21 im. Królowej Jadwigi w Lublinie.

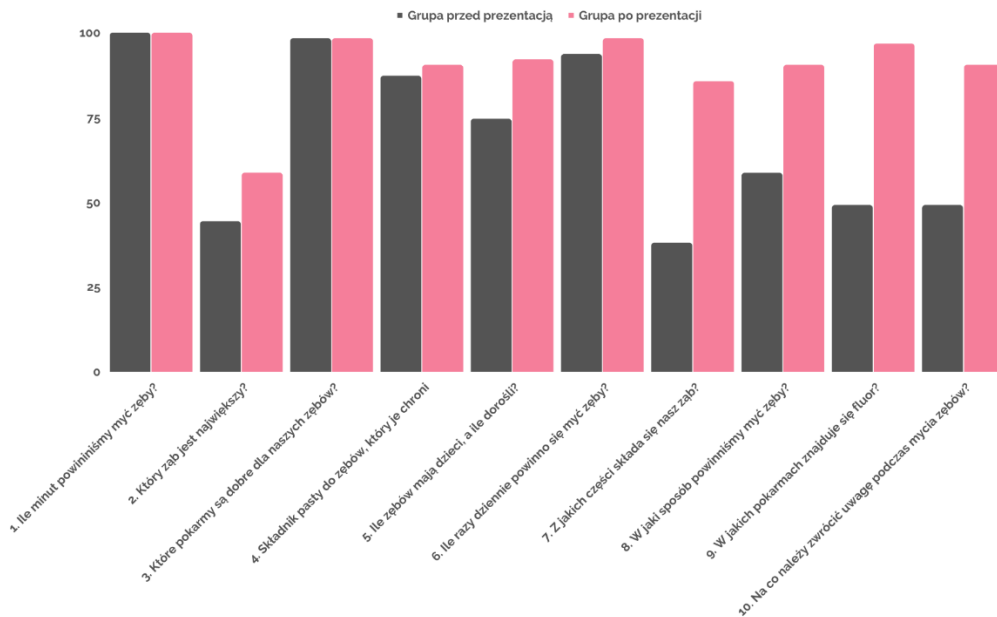
4. Wyniki

Na podstawie przeprowadzonej ankiety i analizy wykresu 1. zaobserwowano istotną poprawę stanu wiedzy uczniów klas I-III.

Na pytanie dotyczące optymalnego czasu szczotkowania zębów wszyscy ankietowani udzielili prawidłowej odpowiedzi. 98,4% respondentów obu grup znało odpowiedź na pytanie dotyczące diety nisko kariogennej.

Ponad połowa uczniów przed prezentacją nie posiadała wiedzy odnośnie podstawowej anatomii i morfologii uzębienia. W pytaniach dotyczących fluoru, liczby oraz tego ile razy dziennie powinno się myć zęby odnotowano nieznaczną rozbieżność między grupami. Przed przeprowadzonym instruktazem, nieco ponad połowa badanych posiadała wiedzę odnośnie prawidłowej techniki szczotkowania zębów. Grupa po prezentacji uzyskała w tym samym pytaniu wynik 90,5%. W pytaniach dotyczących pokarmu zawierającego fluor i odpowiedniej higieny jamy ustnej zauważono znaczący wzrost poprawnych odpowiedzi. Na wykresie 2 przedstawiono zestawienie bezbłędnie rozwiązanych ankiet przed i po zajęciach profilaktycznych.

W pierwszej grupie zaledwie 1 osoba udzieliła prawidłowych odpowiedzi na wszystkie pytania, co daje wynik 1,6%. Natomiast po prezentacji i instruktazu higieny jamy ustnej ankietę celująco rozwiązało 26 badanych, czyli 41,3%.



Rys. 4. Zestawienie prawidłowych odpowiedzi na pytania zadane w ankiecie uczniom klas I-III Szkoły Podstawowej nr 21 im. Królowej Jadwigi w Lublinie.

5. Dyskusja

Jednym z dużych zagrożeń dla zdrowej jamy ustnej jest pojawienie się u najmłodszych na wczesnych etapach życia próchnicy zębów, która jest chorobą cywilizacyjną. Zjawisko to dotyczy około 50% populacji dzieci 3-letnich, natomiast w wieku lat 6, wolnych od próchnicy jest jedynie 14,4%. Intensywność tej choroby w dużej mierze zależy od zachowań prozdrowotnych, diety, higieny, a więc stylu życia. Aby poprawić świadomość populacji, należy kierować programy profilaktyczne do najmłodszych grup wiekowych, co w perspektywie czasu będzie skutkowało poprawą stanu zdrowia zębów oraz jamy ustnej. Na zadane pytanie ile czasu należy myć zęby, dzieci przed prezentacją odpowiedziały poprawnie w około 90%, natomiast po prezentacji w 100%. Z badań przeprowadzonych przez członków Katedry i Zakładu Stomatologii Wiekowej UM

w Łodzi wynika, iż jedynie 56,1% dzieci w wieku lat 6 szczotkuje zęby dwa razy dziennie, natomiast Elżbieta H. Mańkiewicz w swojej pracy mówi o 86% dzieci szczotkujących zęby przynajmniej dwa razy.

Wysoka frekwencja i intensywność próchnicy obserwowana u dzieci wskazuje na dużą potrzebę wprowadzania programów edukacyjnych i profilaktycznych na poziomie szkolnym (Kuźmierz i in. 2016).

Jak dobrze wiadomo, istotnym czynnikiem poprawiającym częstość zapadania na próchnicę jest obecność w paście do zębów fluoru. Dzięki prezentacji uczniowie dowiedzieli się w jakich pokarmach można znaleźć ten pierwiastek, ponieważ aż 50% z nich nie było świadomych gdzie fluor występuje. Elżbieta H. Mańkiewicz w badaniach o świadomości stomatologicznej i zachowaniach prozdrowotnych wspomina, iż fluor był obecny w paście do zębów 81,9% ankietowanych, a pozostałe dzieci stosowały pastę bez zawartości fluoru.

Wzrost świadomości nawyków żywieniowych i wdrożenie działań profilaktycznych warunkują skuteczną walkę z chorobą. Zachęcenie dzieci do kształtowania zdrowych nawyków żywieniowych może pozwolić na zmniejszenie ilości cukrów prostych w spożywanych przez nie pokarmach, a w konsekwencji zminimalizować ryzyko rozwoju próchnicy.

Kolejnym aspektem próby zahamowania chorób jamy ustnej są regularne wizyty dzieci u lekarza stomatologa. Wczesna identyfikacja zmian próchnicowych pozwala na podjęcie kroków, prowadzących do odwrócenia procesu patologicznego i ponownej remineralizacji szkliwa.

Przeprowadzone zajęcia wykazały duże zainteresowanie wśród uczniów szkoły podstawowej, a także udowodniły o słuszności zadawanych pytań. Wprowadzanie w życie dziecka prawidłowych nawyków od najmłodszych lat może w dużej mierze zapobiec powstawaniu zmian próchnicowych i uchronić ich przed negatywnymi skutkami tej choroby.

6. Wnioski

Zajęcia profilaktyczne zorganizowane w formie prezentacji multimedialnej oraz instruktażu z wykorzystaniem modeli szczęk i instrumentarium stomatologicznego spotkały się z ogromnym zainteresowaniem dzieci.

Na pierwszy rzut oka widać znaczną poprawę stanu wiedzy uczniów, ale co ważniejsze, czego nie widać na wykresie - ich zainteresowanie tematem. Dlatego też głównym wnioskiem, jaki możemy postawić, jest to takie zajęcia mają sens.

Ten sposób przekazywania wiedzy niesie za sobą wiele korzyści. Dzięki temu od najmłodszych lat kształtowane są zdrowe nawyki, zarówno higieniczne, jak i żywieniowe. Główną zaletą przedstawionego sposobu przekazywania wiedzy jest budowanie świadomości dotyczącej ryzyka choroby próchnicowej wieku rozwojowego.

Choroby jamy ustnej to nie tylko próchnica, ale także choroby przyzębia, zapalenia błony śluzowej czy ropnie tkanek otaczających. Regularne przeglądy stomatologiczne mogą przyczynić się do szybkiej diagnozy i wdrożenia odpowiedniego leczenia tych schorzeń. W okresie wczesnoszkolnym występuje „okres brzydkiego kaczątka”, podczas którego dochodzi do wymiany uzębienia, dlatego równie ważne jest kształtowanie świadomości rodziców, aby uczęszczać z dziećmi na wizyty stomatologiczne. Prawidłowy stan zdrowia zębów mlecznych w tym okresie zmniejsza ryzyko wad rozwojowych zębów stałych. Wszystkie te czynniki składają się nie tylko na poprawę zdrowia jamy ustnej, ale także wpływają na estetyczną funkcję uśmiechu. Zdrowe uzębienie ma ogromny wpływ na samoocenę. Dzieci ze zdrowym uśmiechem są bardziej skłonne do radości, co może wpłynąć pozytywnie na ich samoocenę i nastrój, a także rozwój psychofizyczny.

Uzyskane wyniki pokazują, że po przeprowadzeniu akcji profilaktycznej wśród uczniów klas I-III ich stan wiedzy jest znacząco wyższy niż przed, co potwierdza, że takie warsztaty rozwijają młodych pacjentów w tematyce zdrowia jamy ustnej. Ponadto we wszystkich pytaniach zawartych w badaniu uzyskano wynik wyższy lub taki sam, co pokazuje, że dzieci w badanej grupie wiekowej z łatwością przyswajają wiedzę oraz są chętne do współpracy i aktywnego uczestnictwa w zajęciach. Jednocześnie oswoją się najmłodszych z zawodem lekarza dentysty oraz instrumentarium, jakim się posługuje. Fakt ten powoduje, że są oni zmobilizowani do regularnych wizyt kontrolnych i przeglądów stomatologicznych.

Analizując zebrane wyniki można wysnuć również wniosek, że cykliczne przeprowadzanie akcji profilaktycznych w szkołach podstawowych może przyczynić się do zmniejszenia częstości występowania próchnicy w grupie dzieci w wieku wczesnoszkolnym. Uświadomienie dziecka odnośnie przebiegu wizyty w gabinecie stomatologicznym pozwala na usprawnienie współpracy na linii lekarz-pacjent. Ponadto wpływa pozytywnie wypracowanie prawidłowej postawy stomatologicznej u najmłodszych.

7. Literatura

- Bruzda-Zwiech A, Szydłowska-Walendowska B, Wochna-Sobańska M i in. (2005). Wpływ nawyków higienicznych i żywieniowych na stan uzębienia dzieci w wieku przedszkolnym.
- Daszkowska M, Lubowiedzka D, Szydłowska B i in. (2003) Ocena nawyków higienicznych i żywieniowych dzieci objętych programem profilaktyki próchnicy.
- Jodkowska E, Wierzbicka M, Rusyan E i in. (2013) Publiczny program zapobiegania próchnicy w Polsce u dzieci w wieku 5, 7, 15 lat realizowany w roku 2011.
- Krajewska A, Rolińska D, Jarosz MJ (2017) Rola programów zdrowotnych w profilaktyce próchnicy zębów u dzieci i młodzieży. Aspekty zdrowia i choroby. Kuśmierz K, Węgrzyniak M, Pawłowska A i in. (2016) Występowanie próchnicy zębów u dzieci w wieku 3, 6 i 12 lat
- Małkiewicz E. H, Borkowska T, Wierzbicka M (2012) Świadomość stomatologiczna i zachowania zdrowotne opiekunów dzieci, zainteresowanych programami profilaktycznymi
- Olczak-Kowalczyk D, Mielczarek A, Kaczmarek U i in. Monitorowanie stanu zdrowia jamy ustnej populacji polskiej w latach 2016-2020: choroba próchnicowa i stan tkanek przyzębia populacji polskiej : podsumowanie wyników badań z lat 2016-2019.
- Olczak-Kowalczyk D, Szczepańska J, Kaczmarek U. Współczesna stomatologia wieku rozwojowego.
- Stodolak A, Fuglewicz A (2014) Zapobieganie próchnicy zębów u dzieci i młodzieży oraz promocja zdrowia jamy ustnej – rola pracowników służby zdrowia
- Wójcicka A, Zalewska M, Czerech E i in. (2012) Próchnica wieku rozwojowego chorobą cywilizacyjną Przegląd Epidemiologiczny. 66 (4), 705-711.

7. Nowe wyzwania farmaceutów w świetle Ustawy o zawodzie farmaceuty

New challenges for pharmacists under the Pharmacy Profession Act

Pazera Aleksandra, Momot Jakub, Paluch Bartłomiej, Momot Piotr

Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Farmacji Klinicznej i Opieki Farmaceutycznej, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Opiekun naukowy: dr hab. n. farm. Aleksandra Szopa, mgr farm. Joanna Lachowicz

Pazera Aleksandra: a.j.pazera@gmail.com

Słowa kluczowe: opieka farmaceutyczna, usługi farmaceutyczne, apteka, farmaceuta, świadczenia zdrowotne

Streszczenie

Ponad 30 lat od utworzenia samorządu aptekarskiego, polscy farmaceuci czekali na ustawę, która wzmocni ich rolę w systemie ochrony zdrowia. Obowiązująca od 16 kwietnia 2021 r. Ustawa o zawodzie farmaceuty (Dz.U. 2021 poz. 97) zdefiniowała zawód farmaceuty jako samodzielny zawód medyczny, ale także nadała farmaceutom nowe uprawnienia. Zgodnie z zapisami ustawowymi celem wykonywania zawodu farmaceuty jest ochrona zdrowia pacjenta, ale także zdrowia publicznego, co realizowane powinno być już nie tylko przez udzielanie usług farmaceutycznych (m.in. wydawanie z apteki produktów leczniczych czy sporządzanie leków recepturowych), ale także przez sprawowanie opieki farmaceutycznej, obejmującej m.in. przeprowadzanie przeglądów lekowych i konsultacji farmaceutycznych, ale także wystawianie recept kontynuowanych i wykonywanie niektórych badań diagnostycznych (np. pomiar tętna, ciśnienia tętniczego krwi, częstości oddechu czy masy ciała). Dzięki nowym uprawnieniom farmaceuci mogą aktywnie uczestniczyć w działaniach związanych z profilaktyką, promocją zdrowia i farmakoterapią, a co za tym idzie czuwać nad skutecznością i bezpieczeństwem stosowanego przez pacjenta leczenia. W związku z tym celem niniejszej pracy jest przedstawienie usług farmaceutycznych, które mogą być świadczone przez farmaceutów od momentu wejścia w życie Ustawy o zawodzie farmaceuty oraz wskazanie korzyści płynących z ich realizacji.

1. Wstęp

W kwietniu 2023 r. minęły dwa lata od wejścia w życie Ustawy o zawodzie farmaceuty (Dz.U. 2021 poz. 97). Był to prawdziwy przełom rzucający nowe światło na pracę w zawodzie oraz rolę farmaceuty w systemie ochronie zdrowia. Dzięki tej ustawie możliwe jest wykorzystanie w pełni potencjału zawodowego farmaceutów i aptek oraz stworzenie możliwości świadczenia nowych usług na rzecz pacjenta. Zgodnie z nią wykonywanie zawodu farmaceuty polegać ma nie tylko na sporządzaniu i/lub wydawaniu z apteki produktów leczniczych, ale także na sprawowaniu opieki farmaceutycznej obejmującej: (1) prowadzenie konsultacji farmaceutycznych, (2) wykonywanie przeglądów lekowych wraz z oceną farmakoterapii, (3) opracowanie indywidualnego planu opieki farmaceutycznej czy też (4) wykonywaniu nieinwazyjnych badań diagnostycznych. Ustawa o zawodzie farmaceuty podkreśla, że opieka farmaceutyczna jest jedną z najbardziej podstawowych i najbardziej potrzebnych usług farmaceutycznych. W związku z tym, została ona włączona do koszyka gwarantowanych świadczeń zdrowotnych.

Wejście w życie Ustawy o zawodzie farmaceuty zbiegło się z opublikowaniem przez Ministerstwo Zdrowia raportu pt. „Opieka farmaceutyczna. Kompleksowa analiza procesu wdrażania” (Raport zespołu ds. opieki farmaceutycznej, 2020). Usługi farmaceutyczne, które są w nim opisane, pozwalają na wykorzystanie w pełni potencjału zawodowego farmaceutów oraz aptek, ale także usprawnienie opieki zdrowotnej w Polsce. Należą do nich: (1) Przeglądy lekowe, (2) Usługa Nowy Lek, (3) Program Drobne Dolegliwości, (4) Recepta kontynuowana, (5) Programy profilaktyczne, (6) Szczepienia przeciw grypie w aptekach, (7) Inne usługi farmaceutyczne oraz (8) Wsparcie w zakładaniu Internetowego Konta Pacjenta (IKP) (Raport zespołu ds. opieki farmaceutycznej, 2020).

2. Opis zagadnienia

Niniejszy artykuł ma na celu przybliżenie rodzaju usług, które mogą być świadczone przez farmaceutów od momentu wejścia w życie Ustawy o zawodzie farmaceuty oraz przedstawienie korzyści płynących z ich realizacji.

3. Przegląd literatury

3.1 Przegląd lekowy

Przegląd lekowy (ang. *medication use review*, MUR) to ustrukturyzowana ocena farmakoterapii pacjenta wykonana podczas wywiadu farmaceutycznego. Jego celem jest: (1) dokonanie oceny farmakoterapii oraz sposobu jej stosowania przez chorego, (2) identyfikacja zjawiska *non-compliance* (niestosowania się do zaleceń terapeutycznych) i wsparcie pacjenta w celu poprawy *compliance* (stosowania się pacjenta do zaleceń terapeutycznych), (3) identyfikacja problemów lekowych, zarówno rzeczywistych jak i potencjalnych (np. interakcje lek-lek, lek-pożywienie, lek-choroba, działania niepożądane, itd.), (4) opracowanie indywidualnego planu opieki farmaceutycznej (IPOF), (5) wydanie rekomendacji farmaceutycznych pacjentowi oraz lekarzowi (współpraca farmaceuta-pacjent-lekarz) oraz (6) poprawa skuteczności oraz efektywności kosztowej terapii pacjenta (Raport zespołu ds. opieki farmaceutycznej, 2020). Dzięki wykonywaniu MUR możliwe jest zoptymalizowanie terapii i ograniczenie do minimum skutków ubocznych wynikających z niewłaściwego stosowania leków. Nieodzownym elementem MUR jest także edukacja pacjentów, dzięki czemu zwiększa się i ich świadomość dotycząca zażywanych preparatów oraz stosowania się do zaleceń lekarskich (Miłkowski i in. 2020).

Przeprowadzenie MUR zalecane jest u pacjentów należących do grup ryzyka występowania problemów lekowych i/lub zwiększonego ryzyka rozwoju powikłań będących następstwem nieskutecznej terapii (Raport zespołu ds. opieki farmaceutycznej, 2020). Grupą pacjentów, u których najczęściej wykonywany jest MUR są osoby w wieku podeszłym (≥ 65 lat), u których obserwuje się występowanie zjawisk takich jak wielochorobowość, wielolekowość i polipragmazja (Przegląd lekowy w ramach usług opieki farmaceutycznej – przegląd przyjętych rozwiązań, 2020). Zgodnie z najnowszymi wytycznymi Polskiego Towarzystwa Farmaceutycznego, do MUR kwalifikują się osoby, które przyjmują przez co najmniej pół roku lek na receptę zalecony z powodu choroby przewlekłej, pacjenci, u których występuje podejrzenie problemów lekowych oraz osoby kończące leczenie szpitalne, którym zalecono farmakoterapię (Drozd i in. 2023).

W wytycznych Polskiego Towarzystwa Farmaceutycznego z 2023 r. wyszczególniono aż dziesięć etapów realizacji usługi MUR, tj. (1) gromadzenie danych do analizy, (2) identyfikacja problemów lekowych, (3) określenie przyczyn problemów lekowych, (4) zaproponowanie rozwiązań, (5) sporządzenie raportu dla lekarza, (6) sporządzenie raportu dla pacjenta, (7) przygotowanie zindywidualizowanych materiałów edukacyjnych dla pacjenta, (8) opracowanie planu postępowania po wykonaniu MUR, (9) dokumentacja podejmowanych działań, (10) określenie przewidywanych efektów (Drozd i in. 2023).

W ramach pierwszego w Polsce programu opieki farmaceutycznej w geriatrici (OF-Senior) przeprowadzono ponad 290 MUR u pacjentów w wieku podeszłym stosujących 10 i więcej preparatów farmaceutycznych (Neumann-Podczaska 2019). MUR realizowany był w ramach trzech spotkań farmaceuty z pacjentem, podczas których przeprowadzano wywiad, wypełniano kartę IPOF, a po miesiącu weryfikowano prawidłowość wykonanego MUR oraz jego skutki. Zdecydowana większość pacjentów objętych pilotażem wskazała, że przeprowadzenie MUR zwiększyło bezpieczeństwo ich terapii (83,6%), a także przyczyniło się do poszerzenia ich wiedzy na temat stosowania preparatów farmaceutycznych (87,5%) (Tuszyński i in. 2019). W 2022 r. w polskich aptekach ogólnodostępnych przeprowadzony został natomiast trwający 12 miesięcy pilotaż usługi MUR. Wyniki pilotażowego projektu dają nadzieję na wprowadzenie tej nowej usługi farmaceutycznej do koszyka świadczeń gwarantowanych już w 2023 r.

MUR niesie za sobą szereg korzyści zarówno dla pacjenta, jak i systemu ochrony zdrowia. Najważniejszym z nich jest poprawa świadomości pacjentów na temat przyjmowanych leków. Wzrasta tym samym bezpieczeństwo i skuteczność stosowanej przez chorego farmakoterapii.

Pacjenci objęci tą usługą rzadziej powtórnie wracają do szpitali. Badania dowodzą, że wdrożenie tej usługi przyniesie także korzyści ekonomiczne, gdyż istotnie zmniejsza się liczba hospitalizacji pacjentów, którzy zostali objęci tym świadczeniem zdrowotnym (Miłkowski i in. 2020). Zakłada się, że w Polsce ta usługa farmaceutyczna będzie finansowana z budżetu Narodowego Funduszu Zdrowia (NFZ) dla wszystkich pacjentów podlegających włączeniu do usługi, natomiast dla pozostałych pacjentów będzie wymagała wniesienia opłaty. Wydaje się, że MUR będzie wypełnieniem pewnej luki w polskim systemie ochrony zdrowia i przyniesie szereg długofalowych korzyści. Wśród przewidywanych efektów tej usługi wymienia się: (1) obniżenie kosztów leczenia, (2) ograniczenie polipragmazji, (3) zwiększenie wykrywalności interakcji, (4) zwiększenie wykrywalności działań niepożądanych, (5) ograniczenie występowania działań niepożądanych i niekorzystnych efektów polekowych, (6) ograniczenie potencjalnie niepoprawnej farmakoterapii, (7) spadek liczby błędów lekowych oraz (7) edukacja zdrowotna (Raport zespołu ds. opieki farmaceutycznej, 2020).

3.2 Usługa Nowy Lek

Według raport Głównego Urzędu Statystycznego (GUS, 2019) około 49% Polaków cierpi na chorobę przewlekłą, co stanowi ponad 19 mln osób, którzy stosują bądź powinni stosować leki w sposób przewlekły (Wozniak i in. 2019). Według WHO choroby przewlekłe każdego roku zabijają 41 mln ludzi, z czego najwięcej, bo prawie 18 mln umiera z powodu chorób układu sercowo-naczyniowego, 4 mln układu oddechowego i około 2 mln na cukrzycę (Institute for Health Metrics and Evaluation 2019). Zgodnie z agendą WHO do 2030 powinno ograniczyć się śmiertelność związaną z chorobami przewlekłymi, a jednym z zaproponowanych rozwiązań tego problemu jest prewencja i edukacja w celu pogłębienia świadomości społeczeństwa w odniesieniu do schorzeń przewlekłych (Institute for Health Metrics and Evaluation 2019).

Wychodząc naprzeciw problemom, z którymi borykają się osoby przewlekłe chore zaczynające stosować nowy preparat leczniczy, wśród usług farmaceutycznych świadczonych w aptekach ogólnodostępnych znalazła się usługa Nowy Lek. Dodatkowo, w raporcie NFZ podkreślono, że około 5 mln Polaków stosuje więcej niż 5 preparatów farmaceutycznych, co powinno być kolejnym argumentem optującym za wprowadzeniem usługi Nowy Lek jako świadczenia zdrowotnego (Czech i in. 2020; Miłkowski i in. 2020; Waszyk-Nowaczyk i in. 2023).

Usługa Nowy Lek jest rodzajem konsultacji farmaceutycznej, która odbywa się przy wydawaniu pacjentowi przewlekłe choremu środka leczniczego niestosowanego przez niego nigdy wcześniej (Miłkowski i in. 2020). Ma ona na celu przekazanie pacjentowi wszystkich niezbędnych informacji na temat terapii, którą rozpoczyna, ale także nadzór farmaceuty nad skutecznością i tolerancją zaleconego leczenia w początkowym okresie oraz ocena *compliance*. Według wytycznych, Usługa Nowy Lek obejmuje trzy spotkania z pacjentem, które odbywają się w pierwszym miesiącu stosowania przez pacjenta nowego leku. Przynajmniej pierwsze spotkanie musi odbyć się w aptece (Miłkowski i in. 2020; Raport zespołu ds. opieki farmaceutycznej, 2020; Waszyk-Nowaczyk i in. 2023). Drugie i trzecie spotkanie przeprowadza się kolejno po 7-14 dniach i 14-21 dniach od przeprowadzenia pierwszej konsultacji (Waszyk-Nowaczyk i in. 2023). Spotkania te mają charakter interwencyjno-kontrolny i mogą odbywać się stacjonarnie w aptece lub zdalnie z wykorzystaniem narzędzi teleinformatycznych (Waszyk-Nowaczyk i in. 2023).

Farmaceuta przeprowadzający konsultacje z pacjentem w ramach usługi Nowy Lek, powinien postępować według określonych procedur, które ograniczają możliwość popełnienia błędu lub pominięcia jednego z istotnych etapów tej usługi (Waszyk-Nowaczyk i in. 2023), a które mają na celu:

- a) Sprawdzenie czy pacjent kwalifikuje się do usługi Nowy Lek,
- b) Przeprowadzenie wywiadu medycznego, który ma na celu uzyskanie informacji na temat chorób i dolegliwości pacjenta, przyjmowanych leków i suplementów diety, stylu życia, jadłospisu pacjenta, opinii na temat komfortu życia, sprawdzenie wiedzy pacjenta w zakresie stosowanych przez niego preparatów oraz ocenienie zaangażowania pacjenta w proces leczenia,

- c) Przekazanie informacji na temat nowego leku, sposobu jego stosowania i późniejsza kontrola czy preparat jest prawidłowo przyjmowany,
- d) Identyfikacja skutków ubocznych, porady jak zminimalizować niepożądany efekt leku, jeśli konieczne skontaktowanie się z lekarzem i poinformowanie o problemach pojawiających się w leczeniu pacjenta i zaproponowanie rozwiązania,
- e) Udzielenie odpowiedzi na nurtujące pacjenta pytania odnośnie nowego leku (Miłkowski i in. 2020; Raport zespołu ds. opieki farmaceutycznej, 2020; Waszyk-Nowaczyk i in. 2023).

Wśród przewidywanych efektów wdrożenia usługi Nowy Lek w aptekach ogólnodostępnych wymienia się: (1) zwiększenie skuteczności terapii, (2) obniżenie kosztów leczenia, (3) zwiększenie wykrywalności działań niepożądanych, (4) ograniczenie występowania działań niepożądanych i niekorzystnych efektów polekowych, (5) edukacja zdrowotna i (6) odciążenie Ambulatoryjnej Opieki Specjalistycznej (Raport zespołu ds. opieki farmaceutycznej, 2020).

3.3 Recepta kontynuowana

Od 2020 r. wystawianie recept na kontynuację terapii zaliczane jest do czynności opieki farmaceutycznej o statusie świadczenia zdrowotnego (Ustawa z dnia 28 października 2020 r. o zawodzie farmaceuty), a podstawą jej realizacji jest wyłącznie zlecenie lekarskie (Ministerstwo Zdrowia 2020). Umożliwienie farmaceutom wypisywania recept kontynuowanych ma na celu zapewnienie ciągłości procesu terapeutycznego i ma przyczynić się do racjonalizacji stosowania preparatów leczniczych (Raport zespołu ds. opieki farmaceutycznej, 2020). Na podstawie zlecenia lekarskiego zapisanego w Systemie Informacji Medycznej farmaceuta będzie mógł wystawić receptę kontynuowaną na produkty lecznicze, środki spożywcze specjalnego przeznaczenia żywieniowego lub wyroby medyczne (Raport zespołu ds. opieki farmaceutycznej, 2020). Ważny jest fakt, że leki przepisane przez farmaceutę na receptie kontynuowanej będą refundowane, co oznacza, że pacjent otrzyma lek z przysługującą mu zniżką, a nie jak w przypadku recepty farmaceutycznej z odpłatnością 100%. Świadczenie to miałyby być finansowane podobnie jak usługa Nowy Lek z budżetu NFZ. W raporcie przygotowanym przez zespół ds. opieki farmaceutycznej (2020) wskazano następujące korzyści płynące z wdrożenia usługi recepta kontynuowana: (1) odciążenie placówek Podstawowej Opieki Zdrowotnej (POZ), (2) zwiększenie dostępności dla pacjentów, (3) nadzór nad skutecznością i bezpieczeństwem farmakoterapii, (4) racjonalizacja farmakoterapii oraz (5) zmniejszenie kosztów NFZ.

3.4 Program Drobne dolegliwości

Istnieją dolegliwości, w przypadku wystąpienia których pomocą pacjentowi służyć może farmaceuta. Konsultacje farmaceutyczne, dotyczące wystąpienia łagodnych lub też umiarkowanych dolegliwości wśród pacjentów, to główne założenie programu Drobne dolegliwości. Głównym efektem realizacji tego programu ma być odciążenie placówek ochrony zdrowia, a w szczególności placówek POZ (Raport zespołu ds. opieki farmaceutycznej, 2020).

Na chwilę obecną nie wskazuje się jednej obowiązującej listy drobnych dolegliwości, w przypadku których farmaceuta będzie mógł przeprowadzać konsultacje farmaceutyczne. Dobrym rozwiązaniem wydaje się wprowadzenie do programu, tych dolegliwości, z którymi pacjenci najczęściej zgłaszają się po poradę do placówek POZ, np. biegunka, owsica, przeziębienie, nudności i wymioty, nieorganiczne zaburzenia snu, pieluszkowe zapalenie skóry, zapalenie jamy ustnej, dyspepsja, zapalenie pęcherza moczowego, oparzenia słoneczne, kaszel, zapalenie mięśni, wszawica, bóle ucha, ból głowy, refluks, zapalenie spojówek, atopowe zapalenie skóry czy urazy powierzchniowe (Raport zespołu ds. opieki farmaceutycznej, 2020). W różnych regionach Europy dostępne są już katalogi drobnych dolegliwości, w przypadku których farmaceuta w aptece ogólnodostępnej może wdrożyć odpowiednie leczenie. Jest to możliwe także dzięki wypracowanym w tych krajach procedurach postępowania i przygotowanych receptariuszach (New Brunswick College of Pharmacists 2014; Royal Pharmaceutical Society 2019). W realiach polskich istnieje zatem potrzeba standaryzacji oraz wprowadzenia określonych algorytmów postępowania, aby drobne problemy zdrowotne mogły być rozwiązywane w aptece (Miłkowski i in. 2020). Dzięki temu

farmaceuta będzie mógł zalecić pacjentowi właściwe postępowanie mające na celu złagodzenie/ustąpienie jego dolegliwości. Jeśli dolegliwości pacjenta będą się utrzymywać pomimo wdrożonego leczenia, farmaceuta pokieruje pacjenta na konsultację lekarską i poinformuje lekarza o rodzaju i czasie trwania leczenia, które było przez niego zlecane (Paudyal i in. 2013).

Zgodnie z wytycznymi zespołu ds. opieki farmaceutycznej (2020) Programu Drobne dolegliwości stanowią trzy filary, tj.: (1) lista rozpoznań kwalifikujących do udzielenia usługi, (2) algorytm postępowania określającego wybór sposobu leczenia, jego przebieg i ramy czasowe dla każdej z drobnych dolegliwości, (3) receptariusz, który zawiera produkty lecznicze i wyroby medyczne stosowane w pierwszej linii leczenia drobnych dolegliwości (Miłkowski i in. 2020; Raport zespołu ds. opieki farmaceutycznej, 2020).

4. Opieka farmaceutyczna za granicą

Najlepszym przykładem kraju, w którym znakomicie rozwinął się model opieki farmaceutycznej jest Wielka Brytania. System ten wprowadzany był stopniowo od 1983 roku. Dzięki temu, farmaceuci w Wielkiej Brytanii przeprowadzają MUR, są wsparciem pacjentów rozpoczynających nową terapię, wdrażają pogramy zwalczania uzależnień oraz wykonują szczepienia i podstawowe badania diagnostyczne, a także prowadzą konsultacje zdrowotne dotyczące najpowszechniejszych schorzeń. Większość tych usług finansowana jest przez płatnika, samorządy lub koszt pokrywa apteka z własnego przychodu. W rezultacie wprowadzenia opieki farmaceutycznej 79% ankietowanych pacjentów przyznaje, że konsultacje farmaceutyczne zastępują im wizytę u lekarza pierwszego kontaktu, a 87% stwierdziło, że po MUR lepiej rozumie zasady swojego leczenia (Wright 2016).

W Holandii farmaceuci wykonują MUR, wspierają pacjentów na początkowym etapie terapii, prowadzą konsultacje w zakresie obsługi urządzeń medycznych oraz prowadzą opiekę związaną z kontynuacją terapii. Koszt tych świadczeń ponosi płatnik. Dodatkowo w tym kraju dostępne są usługi komercyjne, za które płaci pacjent lub jego ubezpieczyciel w zależności od wykupionej polisy, a w zakres takich usług wchodzi m.in. szkolenia dotyczące samoleczenia, konsultacje związane z przygotowaniem do planowanych podróży czy wsparcie pacjenta po hospitalizacji (również w domu pacjenta). Z badań prowadzonych w Holandii wynika, że wprowadzenie opieki farmaceutycznej w tym kraju skutkuje oszczędnościami na poziomie 200 mln euro dzięki zmniejszeniu sprzedaży leków refundowanych oraz ograniczeniu liczby hospitalizacji (Booz & Company 2012).

Z kolei, farmaceuci w Norwegii prowadzą usługi skupiające się głównie na profilaktyce i wczesnym wykrywaniu chorób takich jak rak jelita grubego czy cukrzyca, prowadzą kontrolę ciśnienia tętniczego i poziomu cholesterolu, a także badają niepokojące znamiona na skórze. W ramach finansowania przez państwo pacjenci mogą skorzystać z usługi w zakresie edukacji prawidłowego stosowania inhalatorów oraz ze wsparcia w trakcie wprowadzania nowego leku do terapii chorób układu krążenia. Pozostałe usługi finansowane są przez pacjenta lub zakład ubezpieczeń (IQVIA 2020).

W austriackich aptekach pacjenci mogą natomiast skorzystać z usługi farmaceutycznej „10 minut dla Twojego zdrowia”, w ramach której ma on zapewnione podstawowe badania diagnostyczne, a okresowo pojawiają się ogólnokrajowe kampanie tematyczne, w których zakres tych badań rozszerzany jest o inne usługi, jak np. testy alergiczne. Oprócz tego farmaceuci w Austrii prowadzą konsultacje farmaceutyczne, które skupiają się wykrywaniu skutków ubocznych stosowanej przez chorego farmakoterapii i identyfikacji interakcji lek-lek. Farmaceuci pracujący w aptekach austriackich wspomagają pacjentów w zaprzestaniu palenia papierosów. Realizowane jest to poprzez przeprowadzanie konsultacji (wywiad motywacyjny), ale także poprzez codzienne wydawanie odpowiednich dawek nikotynowej terapii zastępczej. Apteki prowadzą także telefoniczne usługi oraz są w stanie zorganizować wysyłkę leku do pacjenta w nagłych przypadkach. Pacjent w Austrii nie ponosi kosztów świadczenia tych usług, ponieważ większość z nich jest bezpłatna lub refundowana przez ubezpieczenie społeczne (IQVIA 2020).

5. Podsumowanie

Doświadczenie płynące z zagranicy, gdzie farmaceuci wykonują cały wachlarz usług w ramach opieki farmaceutycznej, dostarcza również rozwiązań dotyczących finansowania i wdrażania opieki farmaceutycznej. Dane literaturowe i raporty, m.in. Ministerstwa Zdrowia i NFZ, jednoznacznie wskazują na szereg korzyści płynących z wdrożenia usług opieki farmaceutycznej w polskich aptekach. Do najważniejszych należy zwiększenie skuteczności i bezpieczeństwa stosowanej przez pacjentów farmakoterapii, ale także aspekt ekonomiczny. W konsekwencji znacząco wpływa to na poprawę zdrowia i jakości życia osób dotkniętych różnymi schorzeniami. Należy jednak pamiętać, że świadczenie omówionych w niniejszym artykule usług opieki farmaceutycznej jest możliwe jedynie w ścisłej współpracy pomiędzy pacjentem, farmaceutą, lekarzem i/lub innymi pracownikami systemu ochrony zdrowia. Równie istotnym aspektem jest konieczność wprowadzenia odpowiednich rozwiązań informatycznych, które pozwolą farmaceucie na uzyskanie pełnej historii choroby i leczenia pacjenta

6. Literatura

- Booz & Company (2012) KNMP – The potential for pharmaceutical quality services.
- Drozd M, Skowron A, Karolewicz B i in. (2023) Wytyczne Polskiego Towarzystwa Farmaceutycznego dotyczące prowadzenia świadczenia zdrowotnego – przegląd lekowy.
- GUS (2019) Ambulatoryjna opieka zdrowotna w 2017 r.
- Institute for Health Metrics and Evaluation – IHME (2020) Global Burden of Disease Collaborative Network, Global Burden of Disease Study 2019.
- IQVIA (2020) Opieka Farmaceutyczna w Polsce.
- Miłkowski M, Krajewska E, Oczkowski M i in. (2020) Raport z prac zespołu ds. opieki farmaceutycznej powołanego przez Ministra Zdrowia na podstawie zarządzenia z dnia 8 lipca 2020 r. (Dziennik Urzędowy Ministra Zdrowia z dnia 9 lipca 2020 r.).
- Ministerstwo Zdrowia (2020) Raport opieka farmaceutyczna. Kompleksowa analiza procesu wdrożenia.
- Neumann-Podczaska A (2019) Optymalizacja leczenia farmakologicznego osób starszych. Wyniki pierwszego w Polsce programu opieki farmaceutycznej w geriatricii (OF-Senior). Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu.
- New Brunswick College of Pharmacists (2014) Pharmacists' Expanded Scope: Minor Ailments Part XXI of the Regulations to the 2014 Pharmacy Act
- Paudyal V, Watson MC, Sach T et al. (2013) Are pharmacy-based minor ailment schemes a substitute for other service providers? A systematic review. *British Journal of General Practice* 63(612): e472–81.
- Przegląd lekowy w ramach usług opieki farmaceutycznej – przegląd przyjętych rozwiązań (2020).
- Royal Pharmaceutical Society (2019) Professional Guidance on the Administration of Medicines in Healthcare Settings.
- Tuszyński PK, Uman-Ntuk J, Uman-Ntuk E i in. (2019) Raport z badania „Pilotaż wdrożenia opieki farmaceutycznej z praktykami grupy opieka.farm”.
- Ustawa z dnia 10 grudnia 2020 r. o zawodzie farmaceuty (Dziennik Ustaw 2021 poz. 97).
- Waszyk-Nowaczyk M, Jasińska-Stroschein M, Drozd M i in. (2023) Zalecenia dotyczące postępowania u chorych objętych świadczeniem w ramach usługi farmaceutycznej Nowy Lek.
- Wozniak S, Wieczorkowski R, Czekalska R (2019) Stan zdrowia ludności Polski w 2019 r.
- Wright D (2016) A rapid review of evidence regarding clinical services commissioned from community pharmacies.

8. Metformina w stosowaniu poza wskazaniami

Metformin in off-label use

Pazera Aleksandra, Momot Jakub, Paluch Bartłomiej, Momot Piotr

Studenckie Koło Naukowe przy Zakładzie Farmacji Klinicznej i Opieki Farmaceutycznej, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Opiekun naukowy: dr hab. n. farm. Anna Serefko, prof. UML

Pazera Aleksandra: a.j.pazera@gmail.com

Słowa kluczowe: cukrzyca, zespół policystycznych jajników, działanie przeciwstarzeniowe, choroby neurodegeneracyjne

Streszczenie

Metformina to lek dedykowany chorym na cukrzycę typu 2. Jednakże, istnieją dowody wskazujące na to, iż metformina mogłaby być wykorzystywana również do innych celów. Według najnowszych doniesień metformina działa hamująco na m.in. nowotwór jelita grubego i raka piersi, wywiera korzystny wpływ w niektórych chorobach neurodegeneracyjnych, jak choroba Alzheimera, czy demencja. Wyniki badań wskazują także na możliwość potencjalnego zastosowania metforminy u pacjentów z cukrzycą typu 1, czy pacjentek z zespołem policystycznych jajników. Okazało się, że metformina działa również przeciwstarzeniowo, choć mechanizm tego efektu nie jest do końca poznany. Celem niniejszej pracy jest nakreślenie wielokierunkowego działania metforminy i przedstawienie możliwości potencjalnego użycia tej substancji czynnej poza zarejestrowanymi wskazaniami.

1. Wstęp

Metformina jest biguanidem, który stał się jednym z najczęściej stosowanych leków na świecie. Mimo że podstawowym, zarejestrowanym wskazaniem tej substancji czynnej jest leczenie cukrzycy typu 2, szczególnie u pacjentów z nadwagą, znalazła ona również zastosowanie m.in. w terapii zespołu policystycznych jajników czy nadwagi i otyłości. Na przestrzeni lat pojawiają się doniesienia o coraz to nowszych potencjalnych wskazaniach terapeutycznych metforminy. Dowody wskazują na korzystny wpływ metforminy m.in. w hamowaniu rozwoju raka jelita grubego, czy raka piersi, co wskazuje na jej potencjał przeciwnowotworowy, substancja ta wykazuje także działanie neuroprotektoryjne, które poprawia stan chorych z łagodnymi zaburzeniami poznawczymi i pacjentów cierpiących z powodu choroby Alzheimera, gdyż korzystnie wpływa na funkcjonowanie mózgu i zmniejsza ryzyko rozwoju demencji. W niniejszej pracy dokonano przeglądu badań klinicznych, które wskazują na pozytywne skutki stosowania metforminy w innych wskazaniach niż jej wskazania rejestracyjne.

2. Opis zagadnienia

Niniejszy artykuł ma na celu przybliżenie tematu poza rejestracyjnych wskazań do stosowania metforminy i pomoc w stwierdzeniu, czy jest ona „lekiem na wszystko”.

3. Przegląd literatury

3.1 Cukrzyca typu pierwszego

W roku 1985 odkryto potencjalne korzyści stosowania metforminy jako leku uzupełniającego insulinoterapię u pacjentów z cukrzycą typu 1. Badania wykazały, że metformina może zwiększyć wrażliwość organizmu na insulinę, pozwalając na zmniejszenie dawki stosowanej insuliny (Gin i in. 1985). Jednakże międzynarodowe wielośrodkowe kontrolowane placebo badanie kliniczne z randomizacją o nazwie REMOVAL, którego celem była ocena skuteczności dołączenia metforminy (początkowo 500 mg dwa razy dziennie) do insulinoterapii u pacjentów z cukrzycą typu

1 w zakresie poprawy stanu naczyń krwionośnych, redukcji uszkodzenia śródbłonna, poprawy kontroli poziomu glukozy we krwi oraz zmniejszenia zapotrzebowania na insulinę, nie potwierdziła tej hipotezy. REMOVAL to największe dotychczas przeprowadzone badanie kliniczne mające za zadanie określenie korzyści płynących z zastosowania metforminy jako terapii wspomagającej w leczeniu cukrzycy typu 1, przeprowadzone z udziałem 493 uczestników. W raporcie opublikowanym w *BMJ's Drug and Therapeutics Bulletin* w 2018 roku stwierdzono, że metformina może nieznacznie wpływać na ograniczenie przyrostu masy ciała i poprawiać profil lipidowy, jej stosowanie związane jest z większym ryzykiem działań niepożądanych ze strony układu pokarmowego oraz niedoborem witaminy B₁₂. Biorąc pod uwagę taką niepewność co do długoterminowych korzyści płynących ze stosowania metforminy, autorzy badania stwierdzili, że ma ona ograniczoną rolę w leczeniu cukrzycy typu 1. W mniejszym badaniu kontrolowanym placebo przeprowadzonym z udziałem 90 dzieci stwierdzono, że stosowanie metforminy w dawce do 1 g dwa razy dziennie przez okres 1 roku jako terapii dodatkowej do insuliny, zaobserwowano zmniejszone zapotrzebowanie na insulinę, korzystny wpływ na poziom hemoglobiny glikowanej (HbA_{1c}) oraz poprawę funkcji naczyń krwionośnych, jednak nie zaobserwowano wpływu na grubość błony wewnętrznej i środkowej tętnicy szyjnej wspólnej (CIMT) ani inne czynniki ryzyka sercowo-naczyniowego (Anderson i in. 2017).

3.2 Zespół policystycznych jajników

Zespół policystycznych jajników (PCOS) to często spotykane zaburzenie endokrynologiczne, które powoduje problemy zarówno w sferze rozrodczej, jak i metabolicznej. Charakterystyczne objawy PCOS obejmują nadmierną produkcję męskich hormonów (hiperandrogenizm), nieregularną owulację oraz obecność wielu torbieli na jajnikach. Insulinooporność i wysoki poziom insuliny, razem z nadmierną aktywnością szlaku zależnego od insulinopodobnego czynnika wzrostu (IGF-1), przyczyniają się do rozwoju PCOS, wpływając negatywnie na dojrzewanie pęcherzyków jajnikowych i owulację. PCOS często wiąże się z insulinoopornością i otyłością, co zwiększa ryzyko wystąpienia cukrzycy typu 2. Leczenie PCOS obejmuje różne podejścia, takie jak zmiana stylu życia w celu redukcji masy ciała, stosowanie doustnych środków antykoncepcyjnych oraz leków, które zwiększają wrażliwość na insulinę, w tym metforminy. Już w 1994 roku pojawiły się pierwsze doniesienia na temat skuteczności metforminy w leczeniu PCOS, które wskazywały na poprawę regularności cyklu menstruacyjnego, obniżenie poziomu hormonów męskich i znaczną redukcję masy ciała. Mimo dostępności alternatywnych terapii, takich jak selektywne modulatory receptora estrogenowego, np. kłomifen, metformina nadal jest szeroko stosowana w leczeniu PCOS ze względu na jej zdolność do zmniejszania insulinooporności. Należy podkreślić, że utrata masy ciała i poprawa wrażliwości na insulinę są kluczowymi czynnikami wpływającymi na skuteczność metforminy w leczeniu PCOS. Ostatnie przeglądy i metaanalizy wykazały, że agoniści receptora GLP-1, takie jak liraglutyd i eksanityd, również wykazują skuteczność w terapii PCOS. Badania sugerują także, że kombinacja zmiany stylu życia i metforminy, w porównaniu do samej zmiany stylu życia lub placebo, przynosi korzystne efekty zarówno pod względem redukcji wagi, jak i regularności cyklu menstruacyjnego. Metformina nie tylko wpływa na ogólny metabolizm, ale również na funkcjonowanie jajników. Badania wykazują, że metformina hamuje produkcję hormonów męskich w komórkach warstwy ziarnistej jajników *in vitro*, szczególnie w obecności insuliny. Jednakże, to hamujące działanie metforminy na produkcję hormonów męskich obserwowano przy niższych stężeniach niż te stosowane w leczeniu cukrzycy typu 2, czyli niższych niż $1 \cdot 10^{-8}$ M. Co więcej, efekt ten nie został w pełni potwierdzony we wszystkich badaniach klinicznych (Triggle i in. 2022). Odkryto również istotną rolę jajnikowej kinazy aktywowanej 5'AMP (AMPK) jako mediatora działania metforminy. W prowadzonych badaniach wykazano niższy poziom ekspresji genu $\alpha 1$ AMPK w komórkach kłębuszków nerkowych pacjentek z PCOS, a myszy z niedoborem $\alpha 1$ AMPK wykazywały fenotyp podobny do PCOS, charakteryzujący się nieregularnymi cyklami menstruacyjnymi, dysfunkcją owulacji, zmienioną dynamiką pęcherzyków jajnikowych i nadmierną produkcją hormonów męskich. Ponadto, wyciszenie $\alpha 1$ AMPK w komórkach warstwy ziarnistej jajników hamowało produkcję hormonów męskich (Triggle i in. 2022).

3.3 Metformina a nowotwory

Rak jelita grubego charakteryzuje się niekontrolowanym podziałem i wzrostem komórek nowotworowych w obrębie odbytnicy i okrężnicy. W pierwszym stadium nowotwór ten jest prawie całkowicie uleczalny, ale niestety przez wiele lat może nie dawać żadnych objawów, co w połączeniu z nieprzyjemnym badaniem kontrolnym (kolonoskopia) powoduje, że duża liczba pacjentów zbyt późno uzyskuje diagnozę. Powoduje to niestety obniżenie rokowań takiego pacjenta oraz zwiększenie śmiertelności. W Polsce co roku diagnozowanych jest około 20 tysięcy nowotworów jelita grubego, co daje mu niechlubne 3 miejsce pod względem zachorowań na nowotwory i 2 miejsce pod względem śmiertelności (około 12 tysięcy). Do czynników zwiększających ryzyko rozwoju nowotworu jelita grubego należą: czynniki genetyczne odpowiadające za około 30% nowotworów oraz środowiskowe (m.in. wiek, palenie papierosów, picie alkoholu, zła dieta, niska aktywność fizyczna oraz otyłość, a w szczególności otyłość brzuszna). Podstawowymi metodami leczenia raka jelita grubego są: radioterapia, chemioterapia oraz operacyjne usunięcie zmiany nowotworowej. Nadziej napawają badania kliniczne przeprowadzone przez Fransaard i wsp. (Fransaard i in. 2016), z których wynika, że u pacjentów z cukrzycą i rakiem jelita grubego, stosowanie metforminy może przyczynić się do obniżenia śmiertelność o kilkanaście procent z powodu choroby nowotworowej w porównaniu do pacjentów z cukrzycą i rakiem jelita grubego leczonych insuliną (Fransaard i in. 2016).

Rakiem piersi nazywamy nowotwór złośliwy rozwijający się z komórek przewodów mlecznych lub zrazików występujących w piersiach (Wysocki 2015). Jest on jednym z najczęściej diagnozowanych nowotworów u kobiet – w Polsce diagnozuje się prawie 17 tysięcy przypadków rocznie (Wysocki 2015). Występowanie genów BRCA-1 i BRCA-2 podwyższa znacząco ryzyko zachorowania, bo od 50% do 80% (Olszówka i Maciąg 2015).

Plan leczenia raka piersi powinien być dostosowany indywidualnie do każdego przypadku. Głównymi kryteriami określającymi rodzaj terapii są: stadium zaawansowania i wielkość nowotworu w stosunku do piersi, zawartość HER2 i receptorów hormonalnych w komórkach nowotworu, ogólny stan zdrowia. Możliwymi metodami leczenia nowotworu piersi są natomiast: operacja, chemio- i radioterapia, terapia hormonalna oraz celowana terapia molekularna (Wysocki 2015). Meta-analiza przeprowadzona przez Yang i wsp. (Yang i in. 2015) wykazała, że metformina może zmniejszać całkowitą śmiertelność u pacjentek z nowotworem piersi. W badaniach prowadzonych przez El-Haggar i wsp. (El-Haggar i in. 2016) zauważono, że stosowanie metforminy (w dawce 850 mg metforminy dwa razy dziennie) obok terapii adjuwantywniej u kobiet z nowotworem piersi znacznie obniża śmiertelność, a po 6 miesiącach stosowania dodatkowo obniża ryzyko przerzutów (El-Haggar i in. 2016).

3.4 Metformina i choroby neurodegeneracyjne

Cukrzyca wiąże się ze zwiększonym ryzykiem zapadalności na choroby neurodegeneracyjne, takie jak: choroba Parkinsona, otępienie naczyniowe, choroba Alzheimera czy udar mózgu. Demencję uważana jest za najczęściej występującą chorobę neurodegeneracyjną, a chorobę Alzheimera jako specyficzną dla mózgu postać cukrzycy ze względu na związek z upośledzoną sygnalizacją insulinową i metabolizm glukozy (Cukierman i in. 2005). Wyniki przeprowadzonego badania Adult Changes in Thought na 2067 pacjentach wykazały istnienie związku pomiędzy ryzykiem demencji, a podwyższonym poziomem glukozy we krwi. Związek ten dotyczył również osób, u których nie zdiagnozowano cukrzycy, co stanowi wsparcie dla potencjalnych korzyści związanych ze stosowaniem metforminy. Na podstawie tych badań można przypuszczać, iż leczenie metforminą powinno zrównoważyć patofizjologię zarówno choroby Alzheimera, jak i innych zaburzeń neurologicznych. Dodatkową korzyścią płynącą z działania przeciwhiperglykemicznego metforminy jest zmniejszenie rozwoju chorób zwyrodnieniowych i opóźnienie procesów starzenia (Simm 2013). Dodatkowo peptydy takie jak SS-31, które wiążą się z wewnętrzną błoną mitochondrialną i redukują wytwarzanie reaktywnych form tlenu, zostały uznane jako substancje działające ochronnie w modelach zwierzęcych stwardnienia zanikowego bocznego. Metformina zmniejszając wytwarzanie reaktywnych form tlenu, teoretycznie przeciwdziała podwyższeniu stresu oksydacyjnego. Zatem, w oparciu o wyżej omówione dowody i oczekiwane korzyści wynikające z poprawy kontroli metabolicznej, metformina powinna wykazywać działanie

spowalniające rozwój chorób neurodegeneracyjnych, w szczególności u pacjentów z cukrzycą. Jednakże, wnioski z kilku opublikowanych badań klinicznych oraz przeglądów systematycznych nie są w tym temacie jednoznaczne. W jednym z przeprowadzonych niedawno badań klinicznym, w którym wzięło udział 5528 pacjentów wskazano, że weterani z cukrzycą typu 2 leczeni metforminą przez ponad dwa lata (CI 0,38 do 0,79) mieli niższy wskaźnik chorób neurodegeneracyjnych niż osoby nieleczone metforminą (Shi i in. 2019). Metaanaliza przeprowadzona przez Ye i in. (Ye i in. 2016) na podstawie danych z sześciu badań obejmujących łącznie 544 093 pacjentów wykazała, że częstość występowania demencji była zmniejszona w przypadku przyjmowania przez uczestników badania metforminy lub tiazolidynodionów, lecz tylko z marginalną istotnością statystyczną. Ponadto, wyniki przeglądu systematycznego opartego na 19 badaniach obejmujących łącznie ponad 250 000 pacjentów, wykazały brak korzyści związanych ze stosowaniem metforminy w przypadku choroby Parkinsona, a nawet wskazały na możliwość pogorszenia jej objawów. Z kolei przegląd z metaanalizą opublikowany przez Zhang i in. (Zhang i in. 2022) wykazał, że w przypadku populacji azjatyckiej długotrwałe (≥ 4 lata) leczenie metforminą (CI 0,64–0,74) wiązało się z niższym ryzykiem rozwoju chorób neurodegeneracyjnych (Zhang i in. 2022).

W Tab. 1 zostały przedstawione dodatkowe badania, które dostarczają argumentów zarówno za, jak i przeciw korzyściom płynącym ze stosowania metforminy w celu ochrony przed chorobami neurodegeneracyjnymi. Nie ma jednak wystarczających danych pozwalających jednoznacznie stwierdzić czy metformina mogłaby być szeroko stosowana jako profilaktyka przed rozwojem tych chorób.

Jak wspomniano powyżej, dowody na korzyści ze stosowanie metforminy w terapii chorób neurodegeneracyjnych pozostają niejednoznaczne. Pomimo wyników badań klinicznych dostarczających pewnych dowodów wskazujących na to, że ze względu na mechanizm działania metforminy może ona w pewnym stopniu działać neuroprotekcynie, niepokój oraz wątpliwości budzą pojedyncze doniesienia wiążące stosowanie metforminy ze zwiększonym ryzykiem rozwoju choroby Alzheimer. Ponadto, inne leki przeciwcukrzycowe, takie jak tiazolidynodiony, również mają pewne korzystne działanie na układ nerwowy, co sugeruje, że działanie neuroprotekcyjne niekoniecznie jest unikalne dla metforminy (Triggle i in. 2022).

Tab. 1. Badania kliniczne dotyczące wpływu metforminy na przebieg chorób neurodegeneracyjnych.

| Korzystne działanie metforminy | Negatywne skutki metforminy |
|---|---|
| Koenig i in. (2017): Poprawa funkcji poznawczych badanie kontrolowane placebo z zastosowaniem metforminy u osób z chorobą Alzheimer bez współistniejącej cukrzycy. | Imfeld i in. (2012): Analiza oparta na brytyjskiej bazie danych General Practice Research Database (1998–2008) obejmująca 7086 dopasowanych par pacjentów w wieku powyżej 65 lat wykazała, że pacjenci, którym przepisano metforminę, byli bardziej narażeni na rozwój choroby Alzheimer. |
| Cheng i in. (2014): Wyniki 5-letniego badania z udziałem osób w wieku 65 lat lub starszych wykazały, że dłuższy czas przyjmowania metofminy (CI: 1,12-1,86) prowadził do zmniejszonego ryzyka rozwoju demencji. | Kuan i in. (2017): 12-letnia obserwacja >4600 pacjentów z cukrzycą typu 2, którzy otrzymywali metforminę (otępienie ogólne CI=1,35-2,04), choroba Parkinsona (CI=1,68-3,07) w porównaniu z kohortą nie stosującą metforminy, wykazała, że stosowanie biguanidu wiązało się ze zwiększonym ryzykiem chorób neurodegeneracyjnych. Postawiono hipotezę, że zwiększone ryzyko jest związane z niedoborem witaminy B ₁₂ wywołanym przez metforminę. |

3.5 Działanie przeciwstarzeniowe

Światowa Organizacja Zdrowia uznaje biologiczne starzenie się za osobną jednostkę chorobową. Wiadomo jednak, że jest ono także częstą determinantą wielu schorzeń. Nie dziwi więc intensywne poszukiwanie preparatów przeciwstarzeniowych. Coraz większym zainteresowaniem w tym temacie cieszy się metformina. Stosowanie jej jako substancji czynnej opóźniającej starzenie

się jest przedmiotem licznych dyskusji naukowych, jednak budzi pewne kontrowersje. Zdecydowana większość osób zażywających preparaty z metforminą oprócz cukrzycy typu 2 ma też inne choroby współistniejące, w tym znaczną otyłość. Ciężko jest więc wysnuć miarodajny wniosek dotyczący zależności zażywania metforminy względem wydłużenia długości życia, ponieważ bardzo często na ten parametr wpływa u pacjentów również szereg innych czynników. Otwarcie mówi się jednak, że zażywanie metforminy znacząco zmniejsza odsetek występowania chorób kardiologicznych i nowotworowych, a to w diametralny sposób wpływa na wydłużenie okresu zdrowia i życia (Triggle i in. 2022).

Wysoki poziom glukozy w organizmie znacząco wpływa na starzenie się całego ciała, a metformina jako lek przeciwcukrzycowy obniża jej poziom we krwi (Chen i in. 2022). W badaniach wykazano też, że metformina obniża aktywność cytokinin prozapalnych m.in. TNF- α (czynnik martwicy nowotworów) i IL-6 (interleukina 6) nie tylko w komórkach starzejących się, ale także w nowotworowych komórkach macierzystych (Chen i in. 2022). Podczas starzenia się, szlaki odpowiedzialne za wychwyty składników odżywczych ulegają zaburzeniu. W związku z tym, homeostaza metaboliczna pogarsza się. Metformina wpływa pozytywnie na rozregulowane szlaki metaboliczne. Dodatkowo, obniżając poziom IGF-1, zdecydowanie zmniejsza ryzyko rozwoju nowotworów (zwłaszcza nowotworów prostaty) (Chen i in. 2022). Badania wskazują również, że metformina zmniejsza wytwarzanie reaktywnych form tlenu przez mitochondria (Chen i in. 2022), a reaktywne formy tlenu przyspieszają starzenie się komórek. Ich nagromadzenie uważa się za jedną z przyczyn starzenia się organizmu (Velarde i in. 2012).

Ważnym aspektem jest wpływ metforminy na rozwój chorób zapalnych jelit, których występowanie zwiększa się wraz z wiekiem. Wykazano, że metformina dzięki korzystnemu wpływowi na procesy metaboliczne pośrednio hamuje rozwój stanu zapalnego w obrębie jelit (Chen i in. 2022). Odkryto także związek pomiędzy zażywaniem metforminy a zmniejszaniem ścierania się telomerów leukocytów. Telomery te ochraniają chromosomy i kontrolują proces starzenia się. Gdy się ścierają lub skracają – organizm starsze się biologicznie. To działanie metforminy opisywane jest także u kobiet z cukrzycą ciążową – jej stosowanie wiązało się ze zmniejszeniem ryzyka występowania wad płodu (Chen i in. 2022). Kolejnym ważnym aspektem jest wpływ metforminy na komórki macierzyste, których liczba w okresie starzenia się znacznie spada, co prowadzi do rozwoju licznych chorób i dysfunkcji organizmu. Dowody naukowe sugerują, że metformina opóźnia starzenie się tych komórek i pobudza je do „odmładzania się” (Chen i in. 2022). Mechanizmy molekularne odpowiedzialne za przeciwstarzeniowe działanie metforminy nadal są przedmiotem wielu badań. Istnieją nadzieje, że w przyszłości ta substancja czynna bądź jej modyfikacje będzie wykorzystywana do łagodzenia skutków starzenia się. Dzisiaj mamy jedynie obiecujące perspektywy przyszłości, lecz pojawia się także wiele niewiadomych, które pociągają potrzebę dalszych badań nad metforminą (Chen i in. 2022).

4. Podsumowanie

Terapia metforminą jest skuteczna w przypadku pacjentów z cukrzycą cierpiących również na nowotwór jelita grubego, gdyż obniża ona śmiertelność pacjentów o kilkanaście procent w porównaniu do pacjentów leczonych insuliną, zaś u pacjentów z nowotworem piersi ze współistniejącą cukrzycą obniża dodatkowo ryzyko przerzutów np. do płuc. W zespole policystycznych jajników metformina wpływa pozytywnie na utratę masy ciała, regularność cyklu menstruacyjnego i obniżenie poziomu męskich hormonów, co zwiększa skuteczność terapii. W przypadku działania przeciwstarzeniowego metformina pobudza komórki macierzyste do podziału i nasila ich „odmładzanie”. W terapii cukrzycy typu 1 metformina w większych dawkach nieznacznie wpływa na ograniczenie przyrostu masy ciała i poprawę profilu lipidowego. Jednakże efekt ten związany jest z większym ryzykiem występowania działań niepożądanych ze strony układu pokarmowego oraz niedoborem witaminy B₁₂. Wyniki badań dotyczących stosowania metforminy w terapii chorób neurodegeneracyjnych pozostają niejednoznaczne, gdyż istnieją doniesienia wskazujące na poprawę stanu pacjentów z chorobą Alzheimera, którzy przyjmują ten biguanid, ale literatura naukowa dostarcza również dowodów na to, że metformina może zwiększać ryzyko rozwoju tej choroby. Obecnie nie jesteśmy w stanie jednoznacznie powiedzieć czy metformina jest

skutecznym lekiem „na wszystkie dolegliwości”, tak jak ją przedstawiają niektóre opracowania farmakologiczne. Na pewno potrzeba szeregu dalszych badań – przedklinicznych i klinicznych, by poznać pełny zakres biologicznego działania tej substancji czynnej.

5. Literatura

- Anderson JJA, Couper JJ, Giles LC et al. (2017) Effect of metformin on vascular function in children with type 1 diabetes: A 12-month randomized controlled trial. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 102(12): 4448–4456.
- Chen S, Gan D, Lin S et al. (2022) Metformin in aging and aging-related diseases: clinical applications and relevant mechanisms. *Theranostics* 12(6): 2722–2740.
- Cheng Y-Y, Leu H-B, Chen T-J et al. (2014) Metformin-inclusive therapy reduces the risk of stroke in patients with diabetes: A 4-year follow-up study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 23(2): e99–e105.
- Dmoszyńska A, Podhorecka M, Giannopoulos K (2016) Metformina: stary lek w nowej aplikacji. *Acta Haematologica Polonica* 47(2): 139–145.
- El-Haggar SM, El-Shitany NA, Mostafa MF et al (2016) Metformin may protect nondiabetic breast cancer women from metastasis. *Clinical & Experimental Metastasis* 33(4): 339–357.
- Fransgaard T, Thygesen LC, Gögenur I (2016) Metformin increases overall survival in patients with diabetes undergoing surgery for colorectal cancer. *Annals of Surgical Oncology* 23(5): 1569–1575.
- Gin H, Messerchmitt C, Brottier E et al. (1985) Metformin improved insulin resistance in type I, insulin-dependent, diabetic patients. *Metabolism* 34(10): 923–925.
- Imfeld P, Bodmer M, Jick SS et al. (2012) Metformin, other antidiabetic drugs, and risk of Alzheimer's disease: a population-based case-control study. *Journal of the American Geriatrics Society* 60(5): 916–921.
- Koenig AM, Mechanic-Hamilton D, Xie SX, et al. (2017) Effects of the insulin sensitizer metformin in alzheimer disease: Pilot data from a randomized placebo-controlled crossover study. *Alzheimer Disease and Associated Disorders* 31(2): 107–113.
- Kuan YC, Huang KW, Lin CL et al. (2017) Effects of metformin exposure on neurodegenerative diseases in elderly patients with type 2 diabetes mellitus. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry* 79(Pt B): 77–83.
- Mańczuk M, Cedzyńska M, Paweł Koczkodaj P i in. (2021) 12 sposobów na zdrowie – Europejski Kodeks Walki z Rakiem. *Polska Liga Walki z Rakiem* 1–37.
- Olszówka M, Maciąg K (2015) Choroby nowotworowe: wybrane zagadnienia. *Fundacja na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL, Lublin*.
- Shi Q, Liu SQ, Fonseca VA et al. (2019) Effect of metformin on neurodegenerative disease among elderly adult US veterans with type 2 diabetes mellitus. *BMJ Open* 9(7): e024954.
- Simm A (2013) Protein glycation during aging and in cardiovascular disease. *Journal of Proteomics* 92: 248–259.
- Triggle CR, Mohammed I, Bshesh K et al. (2022) Metformin: Is it a drug for all reasons and diseases? *Metabolism* 133: 155223.
- Velarde MC, Flynn JM, Day NU et al. (2012) Mitochondrial oxidative stress caused by Sod2 deficiency promotes cellular senescence and aging phenotypes in the skin. *Aging (Albany NY)* 4(1): 3–12.
- Wysocki P (2015) Co warto wiedzieć. *Rak piersi. PRIMOPRO, Warszawa*.
- Yang T, Yang Y, Liu S (2015) Association between metformin therapy and breast cancer incidence and mortality: Evidence from a meta-analysis. *Journal of Breast Cancer* 18(3): 264–270.
- Ye F, Luo YJ, Xiao J et al. (2020) Impact of insulin sensitizers on the incidence of dementia: a meta-analysis. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders* 41(5-6): 251–260.
- Zhang Y, Zhang Y, Shi X et al. (2022) Metformin and the risk of neurodegenerative diseases in patients with diabetes: A meta-analysis of population-based cohort studies. *Diabetic Medicine* 39(6): e14821.

9. Przegląd wybranych przypadków obciążenia stawu kolanowego pod kątem wytrzymałości

Review of selected cases of knee joint loading in terms of strength and material

Stępień Wiktoria

Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej, Wydział Matematyki i Fizyki Stosowanej, Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza
Opiekun naukowy: dr inż. Paweł Fudali

Stępień Wiktoria: wstepien248@gmail.com

Słowa kluczowe: wytężenie, analiza, działanie stawu, biomechanika, obciążenia

Streszczenie

Praca jest związana z przypadkami obciążenia jednego z najbardziej narażonych elementów ciała na urazy, jakim jest staw kolanowy. Ze względu na swoją skomplikowaną budowę, bóle w obrębie tego stawu mogą mieć różnorodne podłoże oraz dotyczyć osoby w każdym wieku. Po krótko przedstawiono ogólną budowę oraz zastosowanie poszczególnych elementów stawu. Uwzględniono rozkład sił wpływających na staw podczas wybranych pozycji oraz omówiono ich działanie. W przeglądzie artykułów skupiono się na występowaniu oraz umiejscowieniu dolegliwości podczas życia codziennego czy uprawiania sportu. Dodatkowo omówiono jakie rozwiązania występują w medycynie oraz ich wady/zalety czy rozwój.

1. Wstęp

Obciążenia niektórych części ciała są dość częstym zjawiskiem w życiu codziennym. Doświadcza go ogromna ilość osób na całym świecie, głównie w obrębie układu kostno-szkieletowego oraz mięśniowego. Wiele z tych przeciążeń następuje podczas wykonywania podstawowych ruchów takich jak chód, bieg, podnoszenie, długotrwałe pochylanie się czy nawet skręt wybranej kończyny. Jednym w najczęściej obciążonych stawów kończyn dolnych jest staw kolanowy. Jest to zarazem największy występujący staw oraz posiadający najbardziej skomplikowaną budowę, przez co ilość występujących urazów (od lekkich przypadków, po ciężkie wymagające leczenia operacyjnego), jest bardzo duża. Wiele przypadków również występuje w sporcie, gdzie narażony jest dolny układ ruchu, w tym staw kolanowy. (Będziński 1997) Należą do nich lekkoatletyka, piłka nożna czy tenis. Elementami wspomagającymi leczenie ortopedyczne oraz diagnostykę jest analiza wytrzymałościowa danych elementów budowy stawu kolanowego czy wybór odpowiednich materiałów do ewentualnej budowy protez bądź rekonstrukcji stawu.

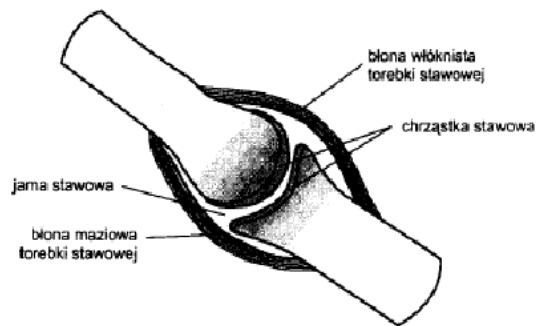
2. Opis zagadnienia

Staw kolanowy należy do grupy stawów wolnych ponieważ jest łącznikiem pomiędzy kością udową a kością piszczelową, umożliwiając zginanie kończyny. Jako że jest to staw zawiasowy, umożliwia on ruch prostujący, zginający oraz rotacyjny w obrębie podudzia. Do trzech głównych elementów tego typu stawu wyróżniamy: powierzchnie stawowe, torebkę stawową oraz jamę stawową.

W jego skład wchodzi również rzepka, układ mięśniowo-więzadłowy, w tym łąkotki i kaletki. Powierzchnie stawowe kości są pokryte chrząstką, która naturalnie wspiera staw i minimalizuje obciążenia powstałe na skutek chodzenia czy biegania. Staw jest otoczony torebką stawową, w skład której wchodzi błona maziowa, zabezpieczająca elementy stawu przed ich przedwczesnym zużyciem oraz umożliwiająca „poślizg” elementów stawu względem siebie. Stabilizację stawu zapewniają więzadła.

Impulsy do wykonywania ruchu, poprzez skurcz, są wykonywane przez układ nerwowo-mięśniowy. Mięśnie zajmują około 40% całej masy człowieka oraz są w stanie znieść naprawdę duże

obciążenia. To one generują możliwe przeciążenia działające na staw kolanowy, powodując ewentualne schorzenia z nim związane. Mięsień sam w sobie jednak może znieść siły działające na niego o masie 2000 razy większej od niego samego. Praca wszystkich mięśni człowieka może sięgać nawet 25 000N. W stawie kolanowym głównym mięśniem prostującym jest mięsień czworogłowy uda. Potrafi on znosić obciążenia do 4 razy większych od masy własnej. Kończy się na zakończeniu kości piszczelowej, przechodząc też przez rzepkę. Do mięśni zginających możemy zaliczyć cały szereg zginaczy odpowiedzialnych za zgięcie w kolanie. Należą do nich mięśnie półścięgniste, półbłoniaste i dwugłowy uda. Pozostałą grupą mięśni które biorą udział w zgięciu kolana jest przywodziciel wielki, długi, krótki i smukły, które umożliwiają przyciąganie kolana. Mięśnie posiadają dość złożone właściwości mechaniczne, gdzie głównie wyróżniamy właściwości plastyczne oraz sprężyste. Potrafią również podlegać deformacjom przy niewielkich obciążeniach, a dopiero przy większych wartościach powstają siły sprężystości które powstrzymują mięsień przed nadmiernym naciągnięciem. Nazywamy to właściwościami lepko-sprężystymi. Ze względu na gwałtowność niektórych wykonywanych ruchów, wymagana jest amortyzacja. Zazwyczaj w przypadku kończyn dolnych, funkcję tę spełnia chrząstka stawowa, będąca elementem stawu kolanowego. Nadmierne deformacje chrząstki spowodowane amortyzowaniem wstrząsów mogą w późniejszym czasie powodować schorzenia związane z chorobami zwyrodnieniowymi, w tym z bólami kolan czy codziennym funkcjonowaniu (Mrozowski i Awrejcewicz 2004).



Rys. 1. Budowa stawu wolnego.



Rys. 2. Budowa stawu kolanowego.

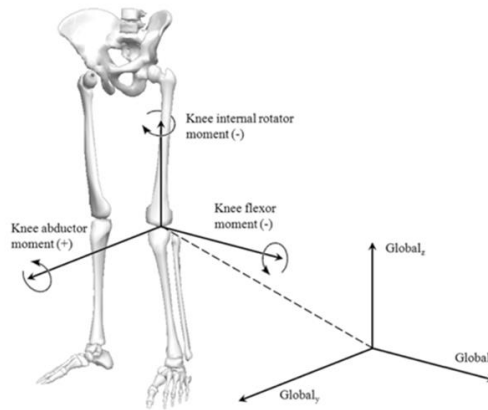
Obciążeniami działającymi na stawy podczas wykonywania ruchów są obciążenia statyczne i dynamiczne. Do obciążeń statycznych zaliczamy postawę ciała, gdzie nie są wykonywane żadne ruchy za pomocą kończyn, a pozycja jest stała. Możemy tu wyróżnić na przykład napięcia mięśni. Obciążenia dynamiczne powstają podczas wykonywania ruchu, podczas przemieszczenia się części ciała wykonujących ruch. Działają one na struktury kostne oraz elementy stawu poprzez stopniowe dostosowywanie się do powstających naprężeń. Mogą mieć one wpływ między innymi na chrząstkę, która jest odpowiedzialna za niwelowanie wstrząsów podczas wykonywania ruchu, co może skutkować problemami w tym obrębie, tak jak już zostało wspomniane. Większy wpływ jednak mogą mieć obciążenia dynamiczne, ponieważ mają bezpośredni wpływ na występowanie naprężeń, chociażby podczas chodu. Innymi elementami które należy brać pod uwagę jest też masa, budowa czy rozmiary elementów ciała.

Każdy element wchodzący w część stawu kolanowego posiada inne właściwości mechaniczne. Należą do nich między innymi: rozciąganie, ściskanie, ścinanie oraz powstające w ich wyniku odkształcenia. Rozciąganiem nazywamy miarę siły działającą na materiał, która jest potrzebna do rozciągnięcia go do momentu jego naderwania lub zerwania. Ściskanie jest siłą którą należy zastosować aby dany materiał uległ deformacji. Jest ważną właściwością w kontekście badania działających naprężeń na dany element aby nie uległ on uszkodzeniu. Ścinanie odpowiada zaś za ilość siły jaka jest potrzebna do rozdzielenia elementu. Maksymalne wartości mówią o tym jak bardzo materiał może zostać poddany konkretnej właściwości, aby nie doszło do zmian w materiale (Tab. 1). Najbardziej narażonymi częściami są chrząstki, więzadła oraz ścięgna. Chrząstki bardzo łatwo ulegają ścisaniu, przez co później może dochodzić do zwyrodnień stawu. Więzadła oraz ścięgna są zaś narażone na rozciąganie, co może skutkować zerwaniem więzadła czy naderwaniem ścięgna. Urazy te należą do jednych z najbardziej niebezpiecznych, w wielu przypadkach wymagane jest leczenie operacyjne aby móc wrócić do pełnej sprawności.

| Rodzaj pobranej tkanki oraz rodzaje obciążeń | Doraźna wytrzymałość na rozciąganie [MPa] | Odkształcenie dla wytrzymałości doraźnej [%] |
|--|---|--|
| Mięśnie (rozciąganie) | 0,1–0,3 | 40–60 |
| Więzadło (grzbietowe) w zakresie sprężystym | 1–2 | 30–125 |
| Kość (gąbczasta) | | |
| – rozciąganie | 1–2 | 0,1 |
| – ściskanie | 1,5–2 | 0,03–0,6 |
| Powięź (rozciąganie) | 15 | 15–17 |
| Chrzątka (szklista) | | |
| – rozciąganie | 1–40 | 10–100 |
| – ściskanie | 7–23 | 3–17 |
| – ścinanie | 6 | – |
| Chrzątka (włóknista) | | |
| – rozciąganie | 10–15 | 10–20 |
| – ściskanie | 20 | 30 |
| Ścięgna | 40–100 | 10–17 |

Tab. 1. Przykładowe wartości wytrzymałościowe dla wybranych elementów stawu kolanowego.

Aby móc określić rozkład sił działający na konkretny element oraz przedstawić opis ruchu, należy ustalić układ odniesienia. Jest to miejsce w którym określamy położenie i zmianę położenia innych ciał.



Rys. 3 Układ odniesienia xyz dla stawu kolanowego.

3. Przegląd artykułów

Obciążenia narządu ruchu w wielu przypadkach występują w sporcie. Dotykają one zarówno sportowców profesjonalnych jak i trenujących amatorsko. Szacuje się że uraz kolana jest najczęstszym występującym urazem na świecie. Dotyka on głównie sporty gdzie występują nagłe starty i zatrzymania, skoki, lądowania czy zmiany kierunku. Należą do nich między innymi lekkoatletyka, piłka nożna, tenis czy siatkówka. Nie wielkie zmiany w układzie działających sił na staw mogą już spowodować poważne urazy wymagające długiej rehabilitacji, co niesie też za sobą czasem niemałe koszty. W celu zbadania potencjalnych zmian zachodzących podczas wykonywania ruchu lub aby sprawdzić postępy w leczeniu, stosuje się szereg metod pozwalających wykonać analizy mechaniczne.

Podczas wykonywania ruchu, siły działające na staw są powodowane poprzez siły generowane przez mięśnie. Podczas wykonywania danej aktywności może dojść do dużej siły działającej na kości, generującej szczytowe wartości, co następnie ma przełożenie na sam staw. Możemy to zauważyć głównie w sportach takich jak tenis czy piłka nożna, gdzie w wielu przypadkach dochodzi do obciążenia stawu poprzez wykonanie nagłego kroku na jedną kończynę z dużym obciążeniem bądź wykonując sprinty z nagłym wyhamowaniem. (Kaufman i in. 1991) W nieco inny sposób, bowiem poprzez dosiad jeździecki, stawy potrafią być obciążane również podczas jazdy konnej. Jest to związane z odpowiednim ułożeniem ciała w siodle aby amortyzować ruchy wykonywane przez konia i utrzymywać równowagę podczas jazdy. Stawy są obciążane najbardziej podczas jazdy rekreacyjnej, gdzie mniej doświadczone osoby dopiero uczą się odpowiedniego dosiadu jeździeckiego i mocniej obciążają dolną część ciała w celu złapania równowagi. Osoby jeżdżące profesjonalnie ze względu na większe rozluźnienie mięśni są mniej narażone na większe obciążenie stawów kolanowych. Jednak osoby skaczące przez przeszkody, używające dosiadu skokowego który wymaga większego kąta zgięcia w kolanie oraz częstszych zmian pozycji w siodle, posiadają większe wartości działających sił na części stawu. Osoby jeżdżące ujeżdżeniowo, gdzie dosiad jeździecki mimo dużo bardziej wyprostowanych kończyn znoszących wstrząsy, również posiada duże wartości sił działających na kolano, jednak mimo dużo bardziej stałego dosiadu i mniejszych zmian ułożenia podczas jazdy, bardziej obciąża on kolana niż dosiad skokowy. Prawie o połowę większe wartości sił oddziałują od strony kości piszczelowej w stronę rzepki, co może być właśnie efektem amortyzacji wstrząsu ruchu konia podczas jazdy (Sobuś i in. 2011).

Osoby trenujące bardziej profesjonalnie, w zależności od dyscypliny, są narażone na nagłe działanie sił poprzez przysiady, ale również osoby nietrenujące na co dzień poprzez klęknięcie. Na podstawie różnych otrzymanych danych, można wywnioskować, że podczas wykonywania przysiadu, większy wpływ miało działanie sił mięśni uda, kucanie zaś bardziej miało wpływ na tylną taśmę mięśni. Oba przypadki miały inny wpływ na siły w stawie oraz siły oddziałujące na kość piszczelową, nie mniej jednak wykonywana postawa miała wpływ na występujące na kości siły (Liu i in. 2023; Pollard i in. 2011).

Aby zbadać rozkład działających sił, przebieg ruchu czy ewentualne deformacje mogące świadczyć o niewidocznych problemach układu ruchu, można skorzystać z wielu istniejących rozwiązań do przeprowadzania analizy biomedycznej. Elementem który jest wykorzystywany, jest badanie działania obciążeń podczas wykonywania różnych aktywności. Do badania wykorzystuje się specjalne markery, dzięki którym będzie możliwe określenie i zwizualizowanie danej aktywności, poprzez system przechwytywania ruchu. Jest to jedna z opcji możliwości badań pod kątem obciążeń. Markery są umieszczane w określanych miejscach na ciele aby jak najlepiej odwzorować przebieg ruchu. Z wykorzystaniem płyt siłowych otrzymujemy siły reakcji podłoża. Pomiaru są wykonywane przez określony czas podczas przyjmowania określonej pozycji, a następnie następuje przerwa. Poza zastosowaniami medycznymi, tego typu metoda do wizualizowania ruchu jest również szeroko wykorzystywana do projektowania 3D między innymi gier komputerowych. Podobnym sposobem jest modelowanie biomechaniczne. Obejmuje ono otrzymanie modelu trójwymiarowego (3D) wykonywanego ruchu danego elementu ciała, z danych otrzymanych podczas chodu bądź biegu i zamodelowanego układu. Jesteśmy w ten sposób otrzymać siły reakcji stawu oraz możemy określić model kinetyczny kolana. W zależności od potrzebny mierzone są również momenty w biodrze i kostce oraz kąty odwodzenia. Jest on uproszczonym przedstawieniem kąta ugięcia kolana. Zaczęto stosować również między innymi czujniki przyłączone do ciała sportowca w celu określenia parametrów czasowo-przestrzennych podczas treningu. Ma to na celu jego maksymalne zoptymalizowanie zdolności sportowca oraz zbadanie jego możliwości. Jest to też ważny element w aspekcie dokonywanej rehabilitacji, kiedy pojawi się już uraz. Wykonana analiza pozwala na śledzenie przebiegu poczynionych postępów w trakcie trwania zabiegów oraz ćwiczeń. Pomiaru trwają zazwyczaj przez pełny okres leczenia, aż do ustąpienia klinicznych objawów (Takeshita i in. 2022).

W treningu piłkarskim równolegle stosowany jest również trening nerwowo-mięśniowy. Układ nerwowy jest bezpośrednio związany z ruchem oraz pracą mięśni co ma później wpływ na siły działające z mięśni na staw kolanowy powodując jego obciążenie. Mięśnie otrzymują sygnał z układu nerwowego do wykonaniu skurczu, co generuje działanie sił na kolano. Sam trening odnosi się do wysokiej intensywności skurczów mięśni, co ma na celu poprawę wzmocnienia ich siły, dzięki czemu będą one mogły również więcej tej siły generować. Ćwiczeniami wzmacniającymi mięśnie są treningi interwałowe które dodatkowo polepszają wydolność oraz układ sercowo-naczyniowy. Badania potwierdziły, że trening nerwowo-mięśniowy, wpływający na działanie stawu kolanowego mocno polepszył jego działanie w porównaniu do treningu siłowego. Wynikami które znacząco się polepszyły były między innymi wyniki sensoryczne, wyniki motoryczne oraz następnie testy funkcjonalne. Dużym atutem tego treningu jest wzmocnienie ważnych partii mięśni wykorzystywanych w piłce nożnej oraz zmniejszenie potencjalnego nawrotu urazu, co ma swoje znaczenie w kontekście kariery piłkarskiej, zwłaszcza w młodym wieku (von Porat i in. 2007).

Metod badań analizy mechanicznej jest wiele i posiadają one wiele zastosowań oraz możliwości. Jednak ze względu na to, że działanie stawu kolanowego jest dużo bardziej złożone w rzeczywistości i na jego obciążenie posiada więcej czynników niż jest to możliwe do odpowiedniego działania sił zewnętrznych, zwłaszcza na stawy, dlatego analizy biomedyczne zostały rozwinięte o nowe technologie.

Do jednych z nich należy uczenie maszynowe, które w bardzo dokładny sposób jest w stanie przeanalizować otrzymane dane. Tym sposobem możemy poddać analizie wiele szczegółowych danych, takich jak masa ciała, środki ciężkości poszczególne elementów ciała czy wymiary. Według najnowszych badań opracowano sztuczną sieć neuronową (ANN), która wychwytywała dane podczas biegu w oparciu o kąty zgięcia kończyn dolnych oraz o przyspieszenia. Po oszacowaniu tych danych okazało się, że wyniki posiadały bardzo zbliżone wartości do tych rzeczywistych. Porównywano również dane o podobnych parametrach przyspieszenia jednak bez dodania kinematyki stawów i opierających się na innym modelu. Tam współczynnik podobieństwa danych już był mniejszy. Otrzymane dane posiadają tylko na razie dane sił podczas wykonywania ruchu, a nie samego stawu kolanowego, jednak uzyskane analizy są uznawane za rozwojowe. Celem jest stworzenie sieci neuronowej która będzie potrafiła przedstawiać siły stawu kolanowego podczas uprawiania sportów, aby wspomóc lekarzy, fizjoterapeutów oraz sportowców. Pozwalało by to

tworzyć coraz lepsze rozwiązania z zakresu analizy ruchu z uwzględnieniem wielu nieoczywistych parametrów, aby w jak najlepszy sposób odzwierciedlić czynniki zewnętrzne działające na staw oraz możliwie inne występujące obciążenia działające w tym samym czasie. Wspomoże to rozwój programów treningowych oraz diagnostyki (Takeshita i in. 2022).

1. Podsumowanie i wnioski

Wykorzystanie badań biomechanicznych do przeprowadzania analiz mechanicznych na strukturach ludzkiego ciała są jedynymi z najważniejszych elementów w poznawaniu aparatu ruchu. Możemy zaobserwować jakie siły czy odchylenia od norm mogą występować i mieć następnie wpływ na potencjalne schorzenia czy urazy. Pomagają również określić rodzaj dolegliwości oraz jego rozległość. Stosowane są również w celu ewentualnej rekonstrukcji stawu. Ważna jest obserwacja pomiędzy objawami klinicznymi a modelami biomedycznymi, aby odpowiednio prześledzić otrzymane wyniki w czasie i to jak się zmieniają bądź pomiędzy elementem zdrowym a uszkodzonym, aby móc określić w jaki sposób się rozkłada uraz. Zbadanie struktury elementów stawu kolanowego pod względem właściwości mechanicznych jest jednym z elementów pomagającym określić wpływ różnych prób wysiłku pod kątem potencjalnych odkształceń. Może być też przydatna do określenia obciążeń czy mechanizmu mającego wpływ na deformacje. Dodatkowo można stworzyć specjalne modele numeryczne mogące wspierać badania nad biomechaniką ruchu. Analiza mechaniczna jednak jest bardzo złożona ze względu na wiele różnych czynników mających wpływ na występowanie naprężeń. Do parametrów potrzebnych do określenia działających sił należą: masa, wymiary danej części ciała, określenie środków ciężkości konkretnych elementów układu ruchu oraz parametry mechaniczne danej struktury materiałowej, takiej jak chrząstka czy więzadła (Wojnicz 2018).

Istniejące już rozwiązania do przeprowadzania analiz wciąż się rozwijają i coraz bardziej są udoskonalane, również poprzez swoje szerokie zastosowanie. Głównymi kierunkami oczywiście są medycyna i fizjoterapia, gdzie badana jest korelacja powstawania konkretnych urazów w obrębie stawu kolanowego między występującymi objawami a danymi biomechanicznymi, oraz w sporcie, gdzie szeroko jest to wykorzystywane do poprawy motoryki, osiągnięć, wzmocnienia partii mięśniowych oraz szybszego powrotu do zdrowia po przebytych kontuzjach. Tworzone są nowe standardy BHP oraz projekty mające na celu maksymalne zminimalizowanie powstawania urazów. Można zatem wywnioskować jak duży wpływ ma rozwój technologii w obszarze medycyny ma badanie narządu ruchu oraz jak może poprawić jakość życia.

4. Literatura

- von Porat A i in. (2007) Knee kinematics and kinetics in former soccer players with a 16-year-old ACL injury – the effects of twelve weeks of knee-specific training, *BMC Musculoskeletal Disorders*
- Mrozowski J i Awrejcewicz J (2004) Podstawy biomechaniki, Politechnika Łódzka Podręczniki Akademickie, 3(1):57-58,88.
- Pollard JP i in. (2011) Forces and Moments on the Knee During Kneeling and Squatting
- Kaufman KR i in. (1991) Dynamic joint forces during knee isokinetic exercise
- Sobuś M, Iwaniec M, Frontczak A (2011) Analiza biomechaniczna obciążenia w kończynie dolnej podczas jazdy konnej, *Aktualne Problemy Biomechaniki*, nr 5/2011
- Będziński R (1997) Biomechanika inżynierska: zagadnienia wybrane, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 3(5): 48-56
- Wojnicz W (2018) Biomechaniczne modele układu mięśniowo-szkieletowego człowieka, Oferta wydawnicza Politechniki Gdańskiej, 2(1):12
- Takeshita Y et al. (2022) Effects of Knee Flexion Angles on the Joint Force and Muscle Force during Bridging Exercise: A Musculoskeletal Model Simulation, *Hindawi Journal of Healthcare Engineering*
- Liu Z et al. (2023) The Effect of Muscles Fatigue on the Knee's Kinetics and Kinematics Characteristics
- Źródła internetowe:

<https://polecanyortopeda.pl/staw-kolanowy-anatomia-budowa-kolana>

https://pl.wikipedia.org/wiki/Staw_kolanowy

<https://www.paroc.pl/knowhow/wytrzyma%C5%82osc-mechaniczna/w%C5%82asciwosci-mechaniczne>

<https://www.spalacze.pl/trening-nerwowo-miesniowy-skuteczny-w-walce-z-tkanka-tluszczowa/>

<https://osteohhealth.pl/wpisy/kolano-anatomia-podstawa/>

data dostępu: 08.09.2023, 09.09.2023

10. Bizuteria jamy ustnej- moda ponad zdrowie?

Oral jewellery- fashion over health?

Izabela Truchel⁽¹⁾, Julia Szymańska⁽¹⁾, Joanna Zubrzycka⁽²⁾

⁽¹⁾ Studenckie Koło Naukowe przy Pracowni Stomatologii Przedklinicznej Katedry i Zakładu Medycyny Jamy Ustnej, Wydział Lekarsko-Dentystyczny Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

⁽²⁾ Pracownia Stomatologii Przedklinicznej Katedry i Zakładu Medycyny Jamy Ustnej, Wydział Lekarsko-Dentystyczny Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

Słowa kluczowe: piercing jamy ustnej, powikłania ciała obcego, bizuteria nazębna, recesja dziąsła, infekcje jamy ustnej

Streszczenie

Historia piercingu jamy ustnej sięga niemal czasów starożytnych. Dawniej ludzie ozdabiali swoje ciało kolczykami głównie ze względów kulturowych czy religijnych, co wiązało się z przynależnością do określonej grupy społecznej lub plemienia. Funkcja piercingu na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci uległa zmianie i obecnie pełni głównie wymiar estetyczny. To z kolei nasuwa pytanie czy piercing jamy ustnej wpływa na prawidłowe funkcjonowanie narządu żucia.

Według American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD) bizuteria w jamie ustnej może prowadzić do zwiększonej ilości płytki nazębnej, zapalenia i/lub recesji dziąsła, próchnicy, osłabienia artykulacji, alergii na metale, bólu, infekcji, powstawania blizn, złamań zębów, miejscowych chorób przyzębia, wad wymowy, przerostu tkanek, krwotoku, a w skrajnych przypadkach do rozwoju IZW, Anginy Ludwiga, zapalenia wątroby i uszkodzenia nerwów. Pomimo wielu działań niepożądanych, które niesie za sobą bizuteria jamy ustnej zwrócono uwagę na jej przydatność jako elementu osobistego w identyfikacji personalnej oraz zwiększenie samooceny.

W ostatnich latach coraz popularniejsza staje się bizuteria w postaci ozdób przytwierdzanych na powierzchnię szkliva. Taka forma bizuterii jest w stanie podnieść poziom wartości pacjenta i zwiększyć jego pewność siebie. Wydaje się ona mniej inwazyjna, jednak ciągły rozwój tych procedur wskazuje na to, że lekarze dentyści powinni potrafić kwalifikować pacjentów do tej procedury oraz być świadomi możliwych powikłań.

1. Wstęp

Piercing tkanek jamy ustnej jest popularnym zabiegiem wśród młodych osób i stanowi przejaw autoekspresji, a także odpowiedź na potrzebę zwrócenia uwagi (Covello i in. 2020). Badanie „Long - term effects of tongue piercing- a case control study” (Ziebolz i in. 2012) dowodzi, że przekłucia języka są najczęściej wykonywane u ludzi w wieku 16-24 lat. Co więcej, dla wielu osób może być to forma przełamania strachu przed bólem lub chęć zmiany własnego wyglądu.

Do najpopularniejszych form przekłucia tkanek jamy ustnej możemy zaliczyć: piercing języka, piercing wargi górnej i dolnej, a także piercing wędzidełka. Język z reguły jest przekłuwany w środkowej bruzdzie językowej lub na boczno-grzbietowej stronie do przodu od wędzidełka. Używany do tego kolczykiem najczęściej jest sztanga, która składa się z podłużnej części i okrągłych elementów na dwóch końcach kolczyka. Piercing wargi często wykonywany jest w środkowej części wargi dolnej, w kącikach ust oraz na dolnej wardze w linii kłów. Do przekłuć używa się labretów, kół i sztang.

Niepokojący jest fakt, że przekłucia są najczęściej wykonywane przez osoby bez uprawnień, niezwiązane z medycyną, które mają bardzo małą wiedzę na temat anatomii wewnątrzustnej i okolicznych tkanek oraz nie biorą pod uwagę zaburzeń hematologicznych czy chorób współistniejących (Maheu-Robert i in. 2007).

Powikłania tych zabiegów w jamie ustnej wahają się od nietypowego zużycia zębów i niecałkowitego pęknięcia korony aż do recesji dziąsła i ogólnoustrojowych infekcji. Sugeruje to, że lekarze dentyści powinni kwalifikować pacjentów do procedury przekłucia tkanek oraz posiadać wiedzę na temat możliwych powikłań. Osoby korzystające z takich usług powinny być

poinformowane o odpowiedniej higienie miejsc sąsiadujących z biżuterią oraz o niepokojących stanach zagrażających zdrowiu jamy ustnej (Maheu-Robert i in. 2007).

Obserwując rosnące zainteresowanie piercieniem, choć teraz również biżuterią nązębną, można zaobserwować, że biżuteria jamy ustnej stanowi szybko rozwijającą się dziedzinę mody i przeżywa swój rozkwit. Oznacza to, że nie będziemy w stanie zatrzymać tego procesu, dlatego nasuwa się pytanie, czy lekarze dentyści są w stanie dać szansę na bezpieczny rozwój biżuterii jamy ustnej.

2. Opis zagadnienia

Celem naszej pracy jest analiza dostępnego piśmiennictwa na temat piercingu i biżuterii nązębnej jamy ustnej z ostatnich dwóch dekad oraz opisanie ich wpływu na prawidłowe funkcjonowanie narządu żucia i tkanek miękkich, a także przedstawienie możliwych sposobów na bezpieczny i kontrolowany rozwój tej dziedziny mody.

3. Przegląd literatury

3.1 Historia piercingu jamy ustnej

Pierwsze przekłucie prawdopodobnie pojawiło się w starożytnym Egipcie około 5000 r. p.n.e. i miało podłoże religijne. Zarówno faraonowie Egipczy, czyli przedstawiciele wysokiej rangi w społeczeństwie, jak i niewolnicy w Starożytnym Rzymie decydowali się na przeprowadzenie zabiegu przekłucia poszczególnych części ciała. W Imperium Rzymskim był to wyraz męstwa i siły. Z kolei w Ameryce Południowej przekłucia języka i warg były przeznaczone tylko dla szamanów, a zwykli mieszkańcy wierzyli, że jest ono formą umocnienia kontaktu duchowego z bóstwem. Majowie i Aztekowie, którzy brali udział w starożytnych bitwach decydowali się na przekłucie ciała, żeby wzbudzić respekt wśród przeciwników. Również na kontynencie Afryki istniało wiele form piercingu i podobnie jak u Majów najczęściej decydowano się na przekłucie dolnej wargi, która rozciągając się była symbolem piękna i bogactwa (Nieradko, Borzęcki 2017).

Funkcja piercingu uległa jednak zmianie na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci. Dawniej miała głównie wskazywać na rolę sprawowane w społeczeństwie. Jeszcze w XIX wieku w Afryce Zachodniej podczas walk plemiennych dzięki koleczykom można było zaklasyfikować rdzennych mieszkańców do grupy wrogów czy sojuszników. W XX wieku piercing miał przede wszystkim znaczenie komunikacyjne, za sprawą szybkiego w tym czasie rozwoju subkultury. Do niedawna procedury te ograniczały się do krajów Trzeciego Świata (Scully, Chen 1994).

3.2 Piercing współcześnie

Wiele osób zastanawia się z jakiego powodu obecnie takie zabiegi są wykonywane. Decydującym czynnikiem wzrastającej popularności przekłuć jamy ustnej jest podążanie za aktualną modą i trendami. Ponadto wielu badanych potwierdziło, że posiadanie takiej biżuterii powoduje zwiększenie pewności siebie oraz zwiększa poczucie wartości danej osoby. Obecnie piercing jest bardzo popularny wśród młodzieży i młodych dorosłych jako przejaw autoekspresji i wyrażania indywidualizmu (Covello i in. 2020).

3.3 Biżuteria nązębna

Z racji tego, że świat mody dynamicznie się zmienia, zaczął on również dotyczyć obszaru stomatologii. Kierunek ten zawsze miał na celu przywrócenie zarówno prawidłowej funkcji narządu żucia, jak i estetyki, dzięki czemu pacjent mógł w pełni cieszyć się pięknym i zdrowym uśmiechem. Jest to prężnie rozwijająca się dziedzina medycyny, dlatego też cały czas pojawiają się na rynku nowe materiały oraz metody. Jednak świat mody nieustannie idzie do przodu i współcześnie na zęby nie nakleja się jedynie zamków, będących częścią aparatu ortodontycznego, lecz także świecące ozdoby w formie kryształków czy też diamentików.

Możliwe jest wykonanie własnych kompozycji w różnych kształtach oraz kolorach, co zapewnia oryginalność oraz indywidualność (Bhatia i in. 2016). Mogą być wykonane z kamieni szlachetnych, diamentów, szkła kryształowego, złota czy też srebra. Ponadto, istnieje możliwość

przytwierdzenia ich zarówno do zębów naturalnych, jak i odbudowanych protetycznie. Najczęściej umieszczane są na górnych siekaczach oraz kłach. Taki rodzaj biżuterii potrafi nadać blask uśmiechowi czy też poprawić jego wygląd.



Rys. 1. Biżuteria nazębna w postaci diamentów umocowanych na powierzchni szkliwa (<https://thedentaldistrict.com/health/all-about-celebrity-tooth-gems/>)

3.4 Badanie wśród osób posiadających biżuterię w jamie ustnej

Badanie w pracy "Kolczykowanie a stan jamy ustnej" (Marczewski i in. 2007) wykazało, że większość osób zdecydowało się na przekłucie ciała przez ciekawość lub podążając za modą. Po przekłuciu ból i obrzęk utrzymywały się od 2 dni do tygodnia. U 3 osób wystąpiło zakażenie; 24 badanych pielęgnowało miejsce przekłucia maściami bezpośrednio po założeniu kolczyka, a obecnie jednak tylko 9 badanych pielęgnuje przekłute miejsce. W ankiecie 21 badanych uskarżało się na nadmierne wydzielanie śliny po przekłuciu i zadeklarowało, że przygryza kolczyk, 12 osób ssie, 6 osób stuka lub zahacza nim o zęby. U 6 badanych stwierdzono starcie zębów i pęknięcia szkliwa w obrębie przekłutego miejsca. Zaobserwowano wyższą średnią wartość PUW w odniesieniu do grupy kontrolnej, a wartości OHI były podobne w obydwu grupach i wynosiły średnio około 0,5. Aż 19 osób stwierdziło, że nie zdecydowałoby się na ponowne przekłucie danego miejsca, aczkolwiek wszyscy ankietowani nie zamierzają usuwać kolczyka.

3.5 Powikłania

Osoby decydujące się na wykonanie piercingu powinny być świadome wielu komplikacji, które mogą pojawić się zarówno podczas samego zabiegu, jak i długo po nim. Powiadomienie pacjenta o skutkach ubocznych jest obowiązkiem osoby, wykonującej daną procedurę, jednak jak wynika z wielu badań, często nie ma to miejsca. Według badania „Piercing and Oral Health: a study on the knowledge of risks and complications” (Covello i in. 2020) aż 70,6% osób, które zdecydowały się na przekłucie nie zostało poinformowanych o możliwych komplikacjach dziąsłowych i zębowych. Najczęściej występujące powikłania są dzielone na ostre oraz przewlekłe. Wśród wczesnych objawów, które występują do 24h od zabiegu, znajdują się obrzęk i ból języka, problem z żuciem pokarmu i mową, większa produkcja śliny, infekcje oraz wydłużone krwawienie. Czasami obrzęk języka jest na tyle duży, że u pacjenta pojawiają się znaczne problemy z oddychaniem. Między kolczykiem a wypełnieniami lub uzupełnieniami metalowymi może generować się prąd galwaniczny, dlatego tak ważne jest zwrócenie uwagi na ich obecność w jamie ustnej przed przystąpieniem do zabiegu.

Późne komplikacje dają o sobie znać dopiero po dłuższym czasie posiadania biżuterii i są to między innymi: uszkodzenia zębów, recesje dziąseł, przerośnięcie miejscowe tkanki, dysfonia, dysfagia, czy też krwaki. Częstość występowania recesji dziąseł zwiększa się wraz z czasem

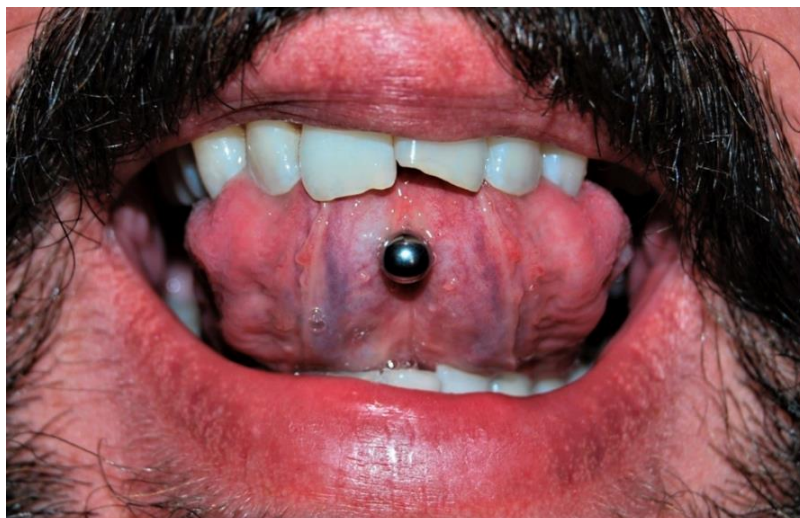
użytkowania biżuterii i najczęściej pojawia się po 2 latach od przekłucia. Recesja związana z biżuterią często rozwija się jako wąski, przypominający szczelinę ubytek na językowej i policzkowej stronie siekaczy zuchwy, jej głębokość wynosi 2–3 mm lub częściej sięga do lub poza poziom połączenia śluzówkowo-dziąsłowego. Badanie „Piercing and Oral Health: A Study on the Knowledge of Risks and Complications” (Covello i in. 2020) wykazało, że prawie wszystkie badane osoby wykazały co najmniej jedną recesję dziąseł. Recesje rzędu 1–2 mm stwierdzono u 46 osób (65%); 3–4 mm u 14 osób (20%); i wreszcie u 10 osób (15%) stwierdzono recesje dziąseł o wielkości 5–6 mm.

Istnieje również możliwość pojawienia się alergii na materiał, z którego kolczyk jest wykonany, natomiast usunięcie go zazwyczaj powoduje ustąpienie wszelkich objawów.

Ważnym aspektem jest to, w jaki sposób zęby zostają uszkodzone przez biżuterię w jamie ustnej. Podczas mowy, żucia czy nagryzania język łącznie z kolczykiem są aktywnie przemieszczane i dochodzi do kontaktu biżuterii z tkankami zębów, co wraz z upływem czasu może powodować widoczne uszkodzenia. Naprawa takich zębów jest indywidualna, jednak onlaye porcelanowe nie są polecane przy współwystępowaniu przekłucia języka ze względu na kruchość i małą odporność na nacisk tego materiału.

Jak wynika z raportu „Overview of complications secondary to tongue and lip piercings” (Maheu Robert i in. 2007) za krótkie sztangi mogą prowadzić do miejscowego przerostu tkanki wraz z gojeniem się powierzchni błony śluzowej nad kolczykiem. Z drugiej strony, za długa sztanga może być przyczyną hiperplastycznej reakcji zapalnej tkanki, a na samym kolczyku zaczyna akumulować się płytki i kamień nazębny.

Ponadto, zdarzają się przypadki wytworzenia keloidu w miejscu przekłucia. Choć zwykle nie powoduje dolegliwości, może sprawiać dyskomfort ze względów estetycznych. Z racji tego, że przekłucie jest raną otwartą, stanowi wrota dla drobnoustrojów, które mogą wnikać do krwiobiegu i przyczynić się do rozwinięcia ogólnoustrojowej infekcji. Szczególnie narażone na powikłania są osoby z obniżoną odpornością, z wadami wrodzonymi serca, kardiomiopatią, wadami zastawki mitralnej oraz z historią IZW. Zachowanie sterylności, jałowości narzędzi i rękawiczek zmniejsza nie tylko ryzyko rozwoju infekcji, lecz także transmisję wirusów takich jak HIV, HBV, HCV, EBV, HSV (Covello i in. 2020).



Rys 2. Uszkodzony górny siekacz centralny w wyniku użytkowania kolczyka w języku (Covello i in. 2020).



Rys. 3. Recesja dziąsła oraz stan zapalny na siekaczach centralnych żuchwy (Plessas i Pepelassi 2012).



Rys. 4. Zmiana na języku (Covello i in. 2020).



Rys. 5. Przerost tkanki u podstawy języka z powodu przekłucia języka (Plessas i Pepelassi 2012).

3.6 Rola w identyfikacji kryminalistycznej

Poza znaczącą ilością powikłań warto wspomnieć o funkcji, jaką biżuteria jamy ustnej pełni w identyfikacji kryminalistycznej. Ozdoby w jamie ustnej są cechą unikalną i charakterystyczną dla danej osoby, przez co mogą być pomocne w rozpoznaniu osoby, która stała się ofiarą zbrodni, a identyfikacja jej tożsamości na podstawie konwencjonalnych metod jest niemożliwa. Ponadto, metale oraz kamienie szlachetne są odporne na wysokie temperatury oraz ekstremalne uderzenia, przez co często mogą być jedyną formą ustalenia danych ofiary (Farrukh i Mânica 2019).

3.7 Szansa na rozwój mody

Badanie przeprowadzone przez School of Nursing and Health sciences and Dental Research Ethics Committee (SREC) Uniwersytetu w Dundee (Farrukh i Mânica 2019) dotyczyło poznania opinii lekarzy dentystów, studentów stomatologii i osób zajmujących się na codzień piercingiem na temat biżuterii w jamie ustnej. 77% studentów stomatologii uznało, że biżuteria nazębna jest ważnym elementem współczesnej mody. Natomiast prawie połowa ankietowanych lekarzy dentystów uważa kolczyki w tej okolicy za nieprzyzwoite. Wśród osób zajmujących się zawodowo przekłuwaniem ciała i robieniem tatuaży 53% jest zdania, że biżuteria jamy ustnej jest oznaką buntu młodzieży. Biorąc pod uwagę wyniki badania, można zauważyć, że nieco ponad połowa ankietowanych uznaje biżuterię jamy ustnej za dziedzinę współczesnej mody i rozważała pomysł noszenia jej.

W związku z rozwojem procedur przekłuwania tkanek jamy ustnej, świadomość lekarzy dentystów na temat skutków ubocznych rośnie, co zapobiega powstawaniu bądź zwalnia postęp takich komplikacji jak uszkodzenia zębów, recesje czy też przerost tkanek miękkich. Bardzo często dopiero na wizycie stomatologicznej pacjent dowiaduje się o powikłaniach posiadania biżuterii wewnątrzustnej, które już pojawiły się w jamie ustnej. Aby nadzorować stan tkanek twardych i miękkich powstał specjalny schemat z uwzględnieniem anatomii jamy ustnej, na którym można zaznaczyć dokładne rozmieszczenie ozdób pacjenta. Co więcej, możliwe jest określenie konkretnego typu kolczyka, jaki występuje w miejscu przekłucia. Dodatkowo, stworzony został zestaw skrótów, ułatwiający szybki zapis występowania danej biżuterii w karcie pacjenta zarówno w formie papierowej, jak i elektronicznej (Farrukh i Mânica 2019).

4. Podsumowanie i wnioski

Wygląd uzębienia człowieka jest ważnym aspektem postrzegania samego siebie przez pacjentów. Biżuteria nazębna, a także inne modyfikacje tkanek jamy ustnej mogą odgrywać kluczową rolę w obrazie samego siebie, poczuciu własnej wartości oraz zdrowiu jamy ustnej i zdrowiu

psychicznym. Co więcej, osoby o estetycznym uzębieniu są bardziej skłonne przywiązywać wagę do zdrowia zębów, jest więc szansa, że będą regularnie uczęszczać na wizyty do lekarza stomatologa i kontrolować stan zmodyfikowanych okolic jamy ustnej.

Ze względu na fakt, że biżuteria jamy ustnej jest umieszczana w miejscu, które jest stale narażone na wilgoć i kontakt z żywnością i napojami, ważne jest, aby była wykonana z bezpiecznych dla zdrowia materiałów, takich jak tytan chirurgiczny czy bioplast. Niezależnie od tego czy biżuteria występuje w postaci kolczyków, czy też kryształków przytwierdzonych na powierzchnię szkliva, należy pamiętać o odpowiedniej higienie i regularnym czyszczeniu biżuterii, aby uniknąć infekcji i innych problemów zdrowotnych. Z uwagi na fakt, że biżuteria jamy ustnej jest związana z ryzykiem infekcji i uszkodzeń tkanek, powinno zachować się ostrożność i przemyśleć decyzję o umieszczeniu biżuterii w jamie ustnej. W przypadku wykonania piercingu, nie należy zapominać o regularnych wizytach u stomatologa w celu kontroli stanu przyzębia oraz okolic miejsca przekłucia.

5. Literatura

- Bhatia S, Arora V, Gupta N, et al. (2016) Tooth Jewellery- Its Knowledge and Practice Among Dentists in Tricity, India
- Campbell A, Moore A, Williams E, et. al. (2002) Tongue Piercing: Impact of Time and Barbell Stem Length on Lingual Gingival Recession and Tooth Chipping
- Covello F, Salerno C, Giovannini V, et. al. (2020) Piercing and Oral Health: A Study on the Knowledge of Risks and Complications
- Farrukh F, Mánica S (2019) Fashion for a reason: Oral jewellery to aid forensic odontology
- Maheu Robert LF, Andrian E, Grenier D (2007) Overview of Complications Secondary to Tongue and Lip Piercings
- Marczewski B, Paradowska A, Napieralska K (2007) Kolczykowanie a stan jamy ustnej
- Nieradko A, Borzęcki A (2017) Znaczenie piercingu w kulturach świata
- Plessas A, Pepelassi E (2012) Dental and periodontal complications of lip and tongue piercing: prevalence and influencing factors
- Scully C, Chen M (1994) Tongue piercing (oral body art)
- Ziebolz D, Hildebrand A, Proff P, et. al. (2011) Long-term effects of tongue piercing — a case control study

11. Działalność studentów kierunku lekarsko-dentystycznego Uniwersytetu Medycznego w Lublinie w organizacjach studenckich oraz studenckich kołach naukowych

Activity of students from the Medical and Dental Faculty at the Medical University of Lublin in student organizations and student scientific circles

Izabela Truchel⁽¹⁾, Marta Krzyżanowska⁽¹⁾, Natasza Jankowska⁽¹⁾, Julia Szymańska⁽¹⁾, Karolina Kalicka⁽¹⁾, Joanna Zubrzycka⁽²⁾

⁽¹⁾ Studenckie Koło Naukowe przy Pracowni Stomatologii Przedklinicznej Katedry i Zakładu Medycyny Jamy Ustnej, Wydział Lekarsko-Dentystyczny Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

⁽²⁾ Pracownia Stomatologii Przedklinicznej Katedry i Zakładu Medycyny Jamy Ustnej, Wydział Lekarsko-Dentystyczny Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

Słowa kluczowe: rozwój, stomatologia, wiedza, uczelnia, szkolenia, projekty

Streszczenie

Rozwój zainteresowań studenta wykraczających poza obligatoryjne zajęcia jest istotnym elementem procesu kształcenia. Pozwala to na zdobycie wiedzy i umiejętności, wykraczających poza standardowy program nauczania, poznanie nowych metod diagnostycznych, a także naukę pracy zespołowej. Celem pracy jest poznanie aktywności studentów III roku kierunku lekarsko-dentystycznego Uniwersytetu Medycznego w Lublinie w studenckich kołach naukowych oraz organizacjach studenckich. Respondentom zadano 6 pytań dotyczących ich zaangażowania w życie organizacji studenckich i kół naukowych. Z przeprowadzonego badania wynika, że mniej niż połowa ankietowanych (35,4%) należy do studenckich kół naukowych. Główną dziedziną, w której studenci pragną poszerzać swoją wiedzę jest stomatologia zachowawcza i endodoncja - do tego koła zadeklarowało swoją przynależność 26,5% badanych. Główną motywacją do wstąpienia do koła naukowego okazała się możliwość napisania pracy naukowej oraz wzięcie udziału w warsztatach z danej dziedziny. Organizacje studenckie natomiast przyciągnęły 43% ankietowanych, z czego blisko 83% z nich zadeklarowało swoją przynależność do Polskiego Towarzystwa Studentów Stomatologii, deklansując tym samym organizacje takie jak IFMSA czy Akademicki Związek Sportowy. Głównym wnioskiem jaki można postawić na podstawie analizy wyników, jest to, że studenci znacznie chętniej angażują się w życie organizacji studenckich, niż studenckich kół naukowych. Może wskazywać to na konieczność promocji ścieżki naukowej wśród przyszłych lekarzy dentystów. Ponadto większym zainteresowaniem okazało się wzięcie udziału w warsztatach niż wysłuchanie wykładu z danej dziedziny, co sugeruje, że taka forma nauki może być bardziej atrakcyjna dla studentów, którzy za priorytet biorą swoje umiejętności praktyczne niezbędne w przyszłej pracy klinicznej.

1. Wstęp

Istotnym elementem kształcenia jest niewątpliwie działalność studentów wykraczająca poza zajęcia obowiązkowe. Poszukują oni wielu różnych możliwości, aby poszerzać swoją wiedzę oraz kompetencje. Dołączając do kół naukowych i organizacji studenckich mogą oni rozwijać się na gruncie edukacyjnym, zawodowym jak i osobistym. Członkostwo w kołach naukowych pozwala studentom na zdobycie wiedzy i umiejętności, które wykraczają poza standardowy program nauczania. Umożliwiają one zdobywanie informacji na temat określonych dziedzin medycznych, poznanie nowych metod diagnostycznych i terapeutycznych, a także nauczenie się pracy w grupie i rozwiązywania problemów zespołowo. Są to umiejętności, których trudno nauczyć się z teorii. Przynależność do kół naukowych daje studentom również możliwość rozwijania umiejętności badawczych - mogą oni uczestniczyć projektach, konferencjach, a także przekładać wyniki swoich badań na prace naukowe. Poprzez dostęp do specjalistycznej literatury, prowadzone badania czy wyjazdy, na których wygłaszane są publikacje, można pogłębiać swoją wiedzę w interesującej daną

osobę dziedzinie. Słowem klucz dla wszystkich wspomnianych działań jest współpraca pomiędzy poszczególnymi jednostkami należącymi do danej organizacji - zarówno studentami, jak i pomiędzy studentami, a opiekunem koła naukowego. Doskonalenie swoich społecznych kompetencji, do których należy między innymi komunikacja, będzie się przekładać na prawidłowe funkcjonowanie w relacjach, co może mieć wpływ na zainicjowanie kolejnych działań w kontekście działalności naukowej.

Koła naukowe mają również bardzo duży udział w kreowaniu wizerunku danej uczelni, dzięki czemu może być bardziej widoczna na arenie krajowej pośród innych uniwersytetów.

Przeprowadzono badanie wśród studentów Uniwersytetu Medycznego w Lublinie, podczas którego uzyskano dane odnośnie ich aktywności w studenckich kołach naukowych oraz organizacjach studenckich.

2. Cel pracy

Celem pracy jest ocena aktywności studentów III roku Kierunku Lekarsko-Dentystycznego Uniwersytetu Medycznego w Lublinie w studenckich kołach naukowych oraz organizacjach studenckich i analiza uzyskanych wyników.

3. Materiały i metody

Przeprowadzono badanie ankietowe w formie online wśród 79 studentów III roku kierunku lekarsko-dentystycznego Uniwersytetu Medycznego w Lublinie. Respondentom zadano 6 pytań dotyczących ich zaangażowania w życie organizacji studenckich i kół naukowych oraz powodów, dla których zdecydowali się do nich dołączyć. Ponadto, badanie było przeprowadzone całkowicie anonimowo.

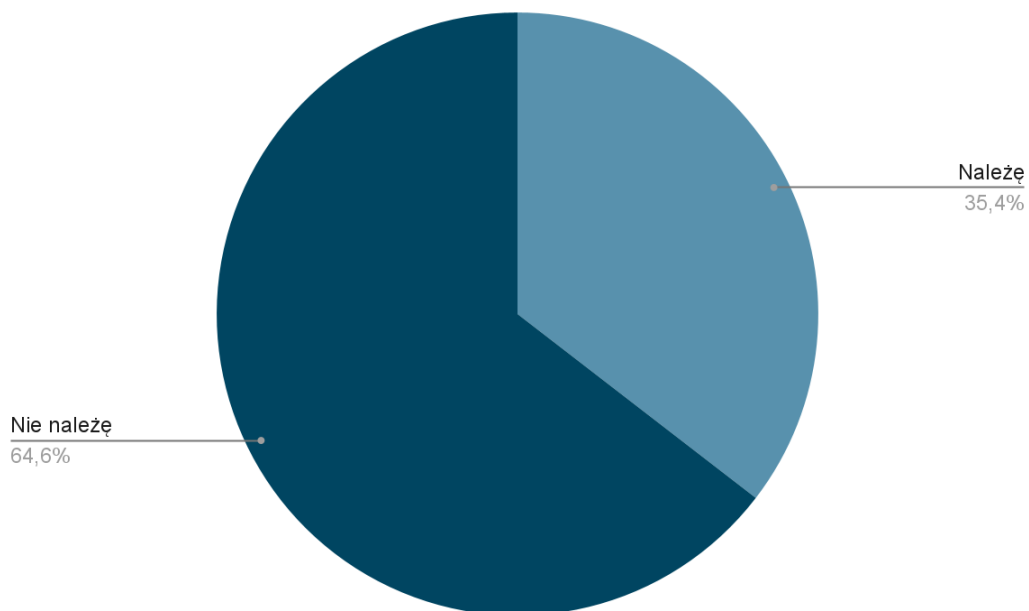
Studenci w jednym z pierwszych pytań odpowiadali przecząco lub twierdząco na temat przynależności do koła naukowego, a następnie mogli wybrać jeden z wielu wariantów odpowiedzi na temat rodzaju Studenckiego Koła Naukowego oraz motywacji, która kierowała ich podczas wyboru. Kolejne zagadnienie, które znalazło się w ankiecie, dotyczyło członkostwa w studenckich organizacjach funkcjonujących na Uniwersytecie Medycznym w Lublinie. Brano pod uwagę jedynie pełne i poprawne odpowiedzi udzielone przez studentów na wszystkie zadane pytania. Następnie dane poddano analizie statystycznej. Opracowano wykresy zarówno procentowe dotyczące przynależności do Studenckich Kół Naukowych i Organizacji Studenckich, jak i liczbowe porównujące motywację studentów do wstąpienia do Studenckich Kół Naukowych.

4. Wyniki

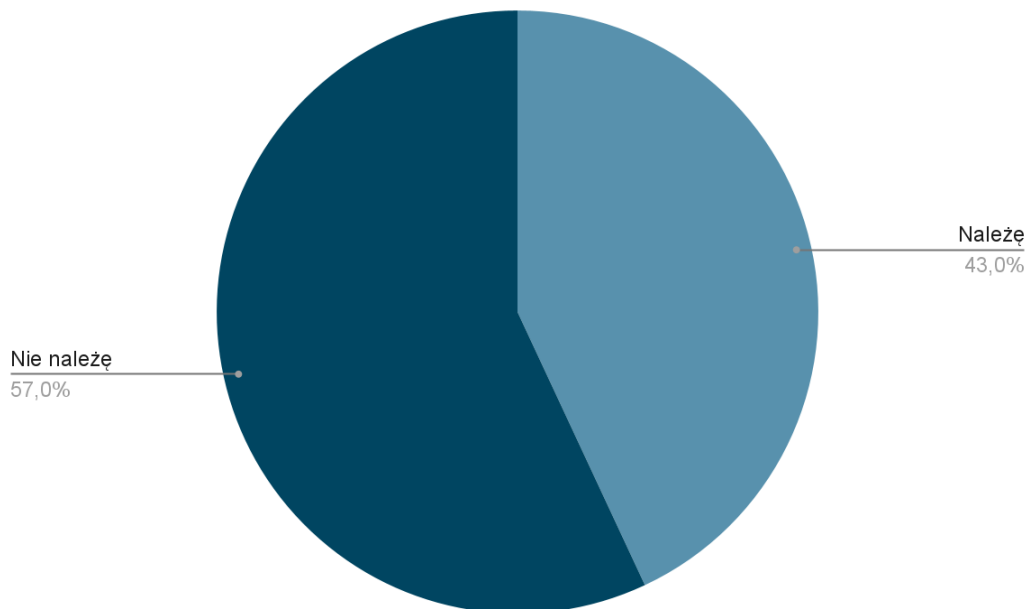
Badanie wykazało, że 35,4% ankietowanych należy do przynajmniej jednego ze studenckich kół naukowych (Rys. 1.). 26,5% badanych zadeklarowało swoją przynależność do SKN przy Katedrze i Zakładzie Stomatologii Zachowawczej z Endodoncją. Kolejno uplasowały się Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Periodontologii (20,6%), SKN przy Pracowni Stomatologii Przedklinicznej Katedry i Zakładu Medycyny Jamy Ustnej (17,6%), ex aequo (8,8%) SKN przy Zakładzie Rentgenodiagnostyki Stomatologicznej i Szczękowo-Twarzowej, SKN przy Katedrze i Zakładzie Ortopedii Szczękowej oraz SKN przy Zakładzie Medycyny Jamy Ustnej. Rozkład członkostwa prezentuje Rys. 5.

Co do powodów, dla których studenci decydują się na przystąpienie do kół naukowych, najczęściej odpowiedzi padło na "możliwość napisania pracy naukowej" (48,3%). 37,9%

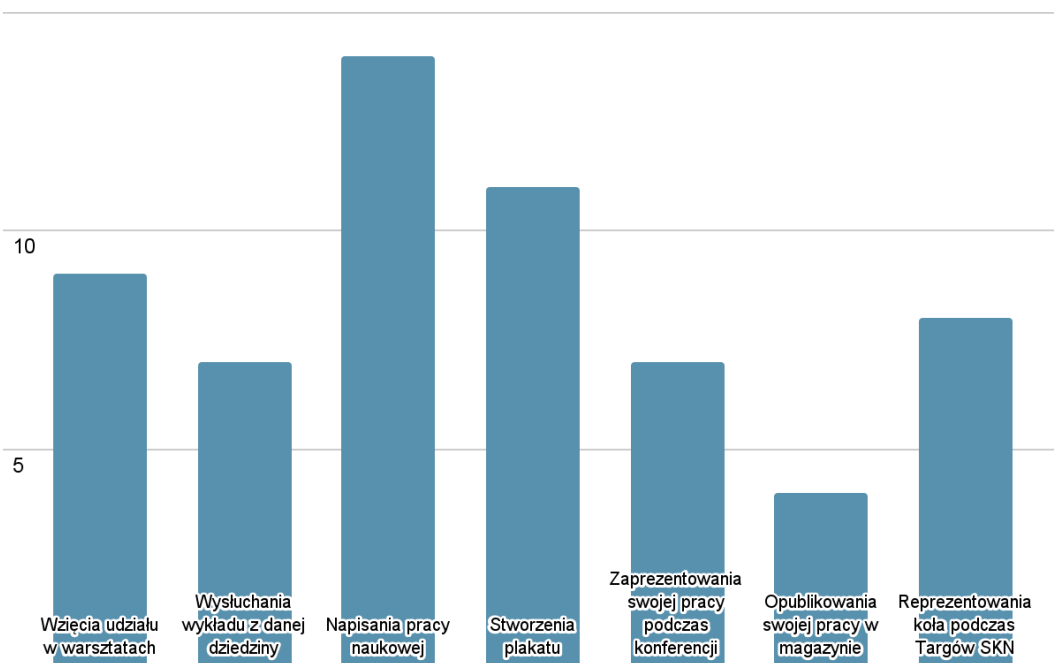
badanych wskazało "możliwość stworzenia plakatu naukowego", 31% "wzięcie udziału w warsztatach z danej dziedziny", a 24,1% "wysłuchanie wykładu z danej dziedziny". Wśród innych możliwości znalazły się "reprezentowanie koła podczas targów studenckich kół naukowych" (27,6%), "zaprezentowanie swojej pracy podczas konferencji" (24,1%), Organizacje studenckie przyciągnęły 43% respondentów, z czego prawie 83% deklaruje przynależność do Polskiego Towarzystwa Studentów Stomatologii, na kolejnych pozycjach plasują się Akademicki Związek Sportowy (8,7%) oraz IFMSA (4,3%).



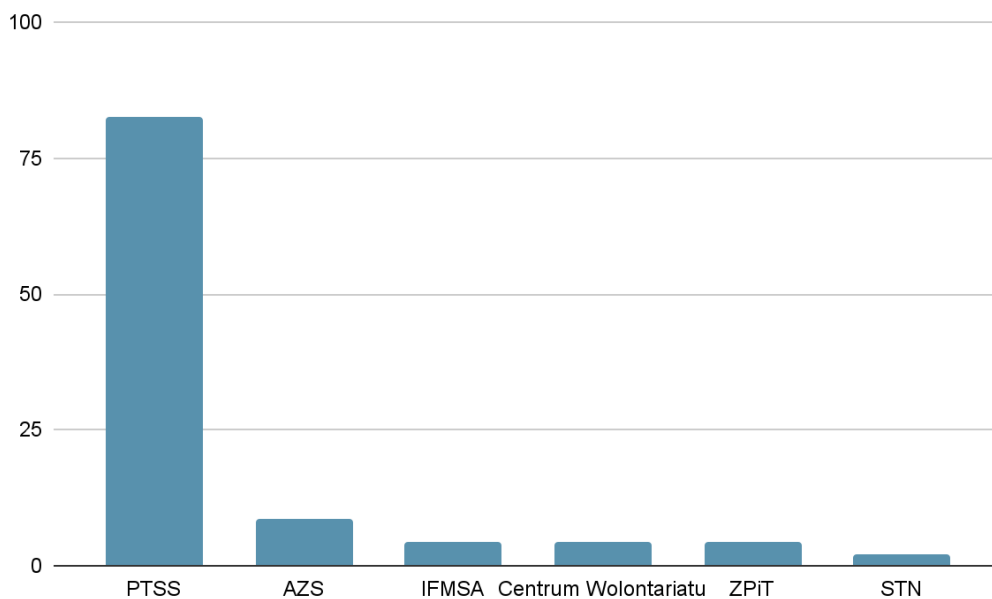
Rys. 1. Rozkład procentowy przynależności studentów do studenckich kół naukowych.



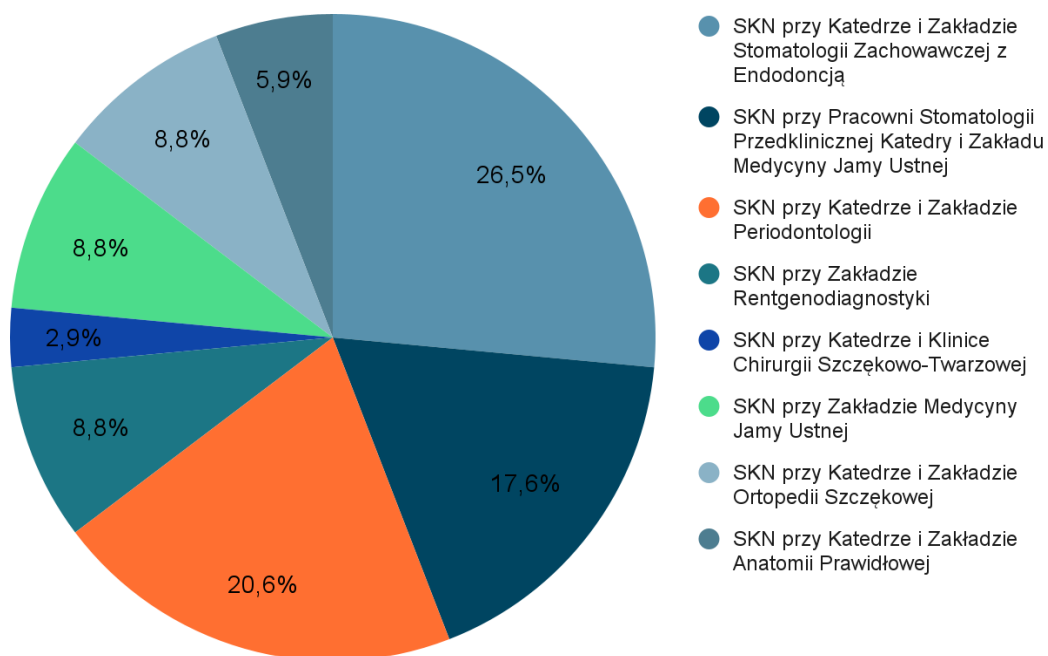
Rys. 2. Rozkład procentowy przynależności studentów do organizacji studenckich.



Rys. 3. Liczbowy rozkład odpowiedzi dotyczących motywacji studentów do wstąpienia do studenckich kół naukowych.



Rys. 4. Procentowy rozkład członkostwa studentów w organizacjach studenckich funkcjonujących na Uniwersytecie Medycznym w Lublinie.



Rys. 5. Procentowy rozkład członkostwa studentów w Studenckich Kołach Naukowych funkcjonujących na Uniwersytecie Medycznym w Lublinie.

5. Dyskusja

Szeroko traktowany rozwój studentów wykraczający poza konwencjonalny tok nauczania jest wyjątkową możliwością uzupełnienia studiów o rozwój umiejętności profesjonalnych, które niezbędne są na każdym stanowisku pracy. Daje to szansę nie tylko na pogłębienie swojej wiedzy w danej dziedzinie, ale również na uprzątnienie doświadczenia, dzięki zróżnicowanym projektom lub badaniom, w których studenci mogą wziąć udział angażując się w działalność kół naukowych (Kurzyk 2015). W swojej publikacji A. Andrzejczak oraz J. Furmańczyk zgadzają się z przedstawioną przez nas opinią odnośnie organizacji studenckich. Według autorek tworzą one szerokie spektrum możliwości aktywizacji młodzieży, rozwijania ich pasji i zainteresowań. Są dla studentów nie tylko okazją do ciekawego spędzenia wolnego czasu, ale również rozrywki. Będąc członkiem organizacji studenckiej studenci mają możliwość poznania ciekawych ludzi, testują i rozwijają zdobytą wiedzę, organizując różnego rodzaju imprezy, szkolenia, konferencje. Uczą się odpowiedzialności, cierpliwości, kreatywności oraz zdobywają wiele innych cenionych przez pracodawców kompetencji (Andrzejczak i Furmańczyk 2016).

Porównując wyniki uzyskane w badaniu z wynikami badania przeprowadzonego w 2015 roku na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach można zauważyć pewne cechy wspólne. Według autorek badania do studenckich kół naukowych lub organizacji studenckich należało 37% ankietowanych studentów. Ich główną aktywnością, z której korzystali dzięki członkostwu okazały się spotkania otwarte, konferencje naukowe, wykłady oraz warsztaty (Muś i Depta 2018). Według badań przeprowadzonych w 2014 roku na Wydziale Pedagogiki i Psychologii Uniwersytetu w Białymstoku blisko 80% spośród 211 przebadanych studentów określiło studenckie koła naukowe jako potrzebne w życiu uczelni. Ponadto z przeprowadzonego badania wynika, że aż 70% studentów wstąpiło do koła naukowego z powodu możliwości rozwijania i zdobywania nowych kompetencji. Prawie 60% badanych zrobiło to ze względu na chęć samorealizacji. Co drugi student

swoją decyzję oparł na zgodności działalności koła z zainteresowaniami osobistymi. 40% studentów zaznaczyło, iż do tego, aby być członkiem koła, skłoniły ich: chęć zdobycia dokumentu do suplementu dyplomu oraz poznanie nowych osób. Co trzecia osoba chciała przez działalność w kole naukowym urozmaicić sobie czas wolny (Wróblewska 2014). Wyniki te potwierdzają również

postawiony przez nas wniosek, mówiący o tym, że angaż w życie studenckich kół naukowych jest krokiem do samorozwoju w danej dziedzinie.

Kolejnym aspektem, na który warto zwrócić uwagę jest fakt, że działalność w kołach ma wpływ na mentalność studentów oraz ich światopogląd. Umożliwia uwidocznienie mocnych i słabszych stron jednostki, skłania do przemyśleń i przewartościowania pewnych aspektów oraz uświadamia zależność jednostki od zewnętrznych czynników oraz systemów (Nymś-Górna 2021). Może to wpłynąć pozytywnie na samoświadomość młodego klinicysty oraz umiejętność jego pracy zespołowej.

Po przeprowadzonym badaniu oraz przeglądzie literatury w tym zakresie należy jednoznacznie stwierdzić, iż szeroko rozumiana działalność poza obowiązkowym programem nauczania, zarówno w organizacjach studenckich, jak i w studenckich kołach naukowych, przynosi liczne korzyści osobom biorącym w nich udział. Przynależność oraz działanie we wspomnianych organizacjach należy promować wśród studentów, aktywnie zachęcać ich do uczestnictwa w oferowanych przez nie działaniach oraz zapewniać im warunki do rozwoju w ramach tych struktur. Wsparcie i zachęta do rozwoju są nie tylko niezbędne, aby nie zniechęcić studentów, ale również po to, aby umożliwić im pełne wykorzystanie ich potencjału.

6. Wnioski

Badanie wykazało, że studenci chętniej angażują się w działalność organizacji studenckich niż studenckich kół naukowych, co wskazuje na potrzebę zwiększenia promocji kół naukowych wśród studentów. Ponadto można wnioskować, że studenci najchętniej korzystają z możliwości zdobycia dodatkowego doświadczenia poprzez wstępowanie do organizacji i środowisk naukowych ściśle związanych z ich kierunkiem studiów. Zaangażowanie studentów na etapie edukacji uniwersyteckiej w takie inicjatywy może zaowocować lepszą efektywnością w praktyce klinicznej. Udział w konferencjach, napisanie pracy naukowej czy szkolenie z danej dziedziny pozwala przyszłemu stomatologowi na poszerzenie swojej wiedzy z określonej specjalizacji. Dodatkowo, wybór organizacji studenckiej czy koła naukowego związanego z kierunkiem kształcenia może przynieść studentom korzyści takie jak szybszy i łatwiejszy dostęp do najnowszych osiągnięć naukowych z danej dziedziny oraz nawiązywanie kontaktów w danym środowisku, a takie aktywności mogą skutkować lepszym przygotowaniem przyszłych lekarzy dentyków do pracy klinicznej. Posiadanie sieci kontaktów pomiędzy osobami związanymi z określoną dyscypliną może im umożliwić poszerzenie wiedzy, zdobycie cennego doświadczenia, a także ułatwić diagnostykę pacjentów poprzez wymianę zdań i opinii na temat danego przypadku klinicznego. Z analizy ankiet wynika, iż Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Stomatologii Zachowawczej z Endodoncją cieszy się największym zainteresowaniem, co może wskazywać na chęć studentów do zaangażowania się w naukę oraz poszerzenia swojej wiedzy w dziedzinie, która towarzyszy im przez cały cykl kształcenia. Ponadto, ta dziedzina nauki bez wątpienia będzie często występować w przyszłej pracy studentów kierunku lekarsko-dentystycznego, niezależnie od wybranej ścieżki kariery, co dodatkowo tłumaczy ilość zainteresowanych wspomnianym przedmiotem. Warto również podkreślić, że Studenckie Koło Naukowe przy Pracowni Stomatologii Przedklinicznej Katedry i Zakładu Medycyny Jamy Ustnej mimo swojego niespełna dwuletniego stażu już plasuje się na trzecim miejscu pod względem ilości zrzeszonych studentów, co może przełożyć się na jeszcze większe zainteresowanie w nadchodzących latach.

7. Literatura

- Andrzejczak A, Furmańczyk J, redaktorzy (2016) *Kształtowanie zaangażowania i postaw pracowników w sektorze publicznym i non profit*. Kraków: edu-Libri
- Kurzyk B (2015) *Model organizacji koła naukowego a rozwój praktycznych kompetencji studentów*, [w:] *Nauczyciel akademicki wobec nowych wyzwań edukacyjnych*, red. P. Wdowiński, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2015, s. 129-141
- Muś A, Depta A (2018) *Partycypacja studentów w życiu wspólnoty akademickiej. Raport z badań*. Górnośląskie Studia Socjologiczne. Seria Nowa. 8. 204-221

- Nymś-Górna A (2021) Wokół uniwersyteckich kół naukowych – przegląd pojęć i Możliwości, Parezja Czasopismo Forum Młodych Pedagogów przy Komitecie Nauk Pedagogicznych PAN, (2(16))
- Wróblewska W (2014) Attitudes of students towards activity in scientific circles. Przegląd Badań Edukacyjnych (Educational Studies Review). 2, 17 (Jan. 2014), 121–133