

PROSPECTS

IN PHARMACEUTICAL SCIENCES

Prospects in Pharmaceutical Sciences, 22(4), 135-145
<https://prospects.wum.edu.pl/>

Review

NOT ONLY FOILS AND PACKAGING. PART 1: ABOUT THE APPLICATIONS OF POLYMERS IN OPHTHALMOLOGY, DENTISTRY AND MEDICAL EQUIPMENT

Joanna Warguła

Department of Organic Chemistry, Faculty of Pharmacy, Poznan University of Medical Sciences, Rokietnicka 3 Str., 60-806, Poznań, Poland

* Correspondence, e-mail: jkruk@ump.edu.pl

Received: 06.09.2024 / Accepted: 07.11.2024 / Published: 29.12.2024

ABSTRACT

Polymers are a heterogeneous chemical group, because in their structures a divergent chemical groups, e.g. aromatic systems (e.g. polystyrene), halogen substituents (e.g. polyvinyl chloride), ester bonds (e.g. dacron) or amide bonds (e.g. polycaprolactam) can be found. This chemical diversity translates into a wide spectrum of physicochemical properties (e.g. water absorption capacity, hardness, plasticity), and thus into the applicability of polymers, including in medical and pharmaceutical sciences. This report presents examples of polymers used in ophthalmology, dentistry and broadly understood medical equipment. Particular emphasis was placed on the presentation of the characteristics determining a specific application.

KEYWORDS: polymer, application, ophthalmology, stomatology, medical device.

Article is published under the CC BY license.

Wykaz skrótów:

PTFE - politetrafluoroetylen

RTG - rentgenogram, badanie rentgenowskie

OUN - ośrodkowy układ nerwowy

ABS - akrylonitryl-butadien-styren

1. Wstęp

Szeroki wachlarz właściwości fizykochemicznych polimerów daje możliwość pozyskiwania materiałów o różnej twardości, przezroczystości, odporności chemicznej, co determinuje ich zastosowanie także w obrębie nauk medycznych i farmaceutycznych. Zasygnalizowane właściwości można kontrolować i zmieniać poprzez modyfikacje strukturalne, kowalencyjne lub niekowalencyjne. Obecnie bardzo trudno jest wskazać dziedzinę życia, w której nie byłyby obecne polimery. Począwszy od akcesoriów kuchennych, przez części samochodowe, aż po ubrania, stykamy się z nimi każdego dnia. W dobie wysokiej zachorowalności na choroby nowotworowe kluczowe wydaje się korzystanie z cząsteczek biokompatybilnych i biodegradowalnych. W tym artykule, który jest pierwszym doniesieniem z planowanej serii, przedstawiono zastosowanie polimerów w okulistyce, stomatologii i w produkcji wyrobów medycznych.

2. Okulistyka

Szeroko rozumiana okulistyka zajmuje się zdrowiem oczu, funkcjonowaniem struktur oka, jego anatomią i

procesami patologicznymi. Rozwój tego działu medycyny wiązał się z wykorzystaniem różnych materiałów, takich jak metale, ceramika czy polimery [1-4]. Wśród ostatniej grupy wymienić należy zarówno te pochodzenia syntetycznego, jak i naturalnego (np. chitosan, kwas hialuronowy) [5-6]. Obecnie polimery wykorzystywane są chociażby jako sztuczne rogówki, płyny zastępcze ciała szklistego czy w systemach dostarczania leków [7-10]. W rozdziale tym podjęto się próby prezentacji wybranych polimerów, ich właściwości i zastosowania w naukach okulistycznych.

2.1. Poli(alkohol winylowy)

Poli(alkohol winylowy) jest polimerem syntetycznym, ale nie otrzymywanym na drodze bezpośredniej polimeryzacji meru - alkoholu winylowego. Przyczyną jest uleganie tautomerii ketonowo-enolowej przez alkohol winylowy, gdzie równowaga takiego procesu jest silnie przesunięta w kierunku związku karbonylowego. Najpopularniejszą metodą syntezy tego, wynalezionej w latach 50. XX w. przez Stautingera, polimeru jest hydroliza zasadowa polioctanu winylu [11-12].

Polimer ten zbudowany jest średnio z 300-6500

merów, i w zależności od ilości reszt octanowych mówi się o różnym stopniu hydrolizy. Poli(alkohol winylowy) występuje najczęściej jako biały lub kremowy proszek, a jego temperatura topnienia zależy od liczby merów i stopnia hydrolizy reszt octanowych. Jako bezwonne i bezsmakowe ciało stałe jest bardzo dobrze rozpuszczalny w wodzie, a nierozpuszczalny w rozpuszczalnikach organicznych. Cecha ta determinuje jego zastosowania w medycynie i farmacji. Podobnie zresztą jak to, że związek ten jest biokompatybilny, nierakotwórczy i nietoksyczny, biodegradowalny w warunkach tlenowych i beztlenowych [13].

Cechą poli(alkoholu winylowego), jaka została wykorzystana w okulistyce, jest zwiększona lepkość jego roztworów, mogąca wzrastać wraz z podniesieniem temperatury [14-15]. Alkohol ten może dłużej utrzymywać się na powierzchni oka i dzięki tej właściwości jest stosowany jako składnik kropeł o zwiększonej lepkości czy tzw. sztucznych łez [16]. Lepsze przyleganie do powierzchni oka to jednak nie wszystko, bowiem polimer ten wykorzystano choćby do produkcji mikroigieł docelowo dostarczających lek do zainfekowanej części oka czy jako składnik zwiększający rozpuszczalność substancji trudno rozpuszczalnych w wodzie [17-18].

Właściwością poli(alkoholu winylowego), która przekłada się również na ciekawe zastosowanie biomedyczne, jest zdolność zmiany pH pod wpływem temperatury [19-20]. Wśród spekulowanych zastosowań można tutaj wymienić okulary, lusterka czy inteligentne szyby. Im wyższa temperatura tym bardziej zasadowe pH polimeru, co przy użyciu odpowiedniego indykatora można zaobserwować lub wykorzystać do pomiarów spektroskopowych [19-20].

Kolejną cechą wykorzystaną w okulistyce jest zdolność tworzenia hydrożeli i uleganie procesowi sieciowania. Żele takie charakteryzują się dłuższym utrzymywaniem na powierzchni oka. Niwelują także wiele wad tradycyjnych żeli, takich jak dyskomfort przy podaniu czy zaburzenia widzenia towarzyszące aplikacji leku.

2.2. Poliamidy

Kolejną grupą polimerów znajdującą zastosowanie w okulistyce są poliamidy. Są to polimery amidów, generalnie o większej trwałości od analogicznych polimerów estrowych. Te polimery otrzymywane są najczęściej na drodze polikondensacji kwasów dikarboksyłowych z diaminami, a ogromna wytrzymałość to główna cecha wykorzystywana w medycynie [21].

Przykładem włókien poliamidowych jest nylon. Włókna nylonowe poddają się łatwo wybarwieniu i są bardzo odporne na rozciąganie. Wyróżnić można nylon monofilamentowy (o bardzo gładkiej strukturze zapewniającej płynny pasaż przez tkanki podczas szycia) oraz tzw. włókna plecione (o nierównomiernej powierzchni, która wymaga powlekania). Powyższe cechy, oraz to że nylon nie wywołuje reakcji uczuleniowych oraz jest resorbowalny, pozwala na jego zastosowanie w chirurgii, również oka [22-28].

2.3. Silikony

Mówiąc o niciach chirurgicznych nie sposób pominąć silikonów. Ta grupa syntetycznych polimerów krzemu zawiera w swojej strukturze grupy aryłowe lub alkilowe, co

wpływa na ich ogromną różnorodność [29-30]. Choć silikony mogą występować w postaci olejków, żywic czy elastomerów, to cechą wspólną jest ich bezbarwny kolor, bezwonneść, niepalność, odporność na czynniki chemiczne [31-32]. Co ciekawe, w przemyśle farmaceutycznym znajdują zastosowanie zarówno w preparatach wewnętrznych, jak i zewnętrznych.

Omawiając zastosowanie opisywanych polimerów w produkcji nici chirurgicznych, należy podkreślić dobre właściwości poślizgowe oraz małe napięcie powierzchniowe silikonów. Silikony bowiem, w postaci olejków, są wykorzystywane do powlekania nici chirurgicznych [33-34].

Znacznie częściej jednak silikon jest wykorzystywany do produkcji soczewek kontaktowych. Takie żelowo-silikonowe soczewki zapewniają natlenienie gałce ocznej, gdyż silikon ma zdolność przepuszczania powietrza [35-37]. Dzięki dużej elastyczności, zbliżonej do elastyczności skóry, aplikacja takich soczewek nie stanowi problemu, a same soczewki dopasowują się do kształtu oka. Ponieważ silikon nie reaguje z ciałem ludzkim i jest biokompatybilny, niwelowane jest ryzyko reakcji uczuleniowych i podrażnień. Dodatkowo, silikon jest odporny na działanie wody i wilgoci, co ułatwia utrzymanie soczewek w czystości oraz umożliwia ich wielokrotne użycie [38-40].

2.4. Polimetakrylan metylu

Omawiając soczewki kontaktowe, nie sposób nie wspomnieć o ich prototypach i pierwszych modelach wykonanych z polimetakrylanu metylu. Polimetakrylan metylu, wyglądem przypominający szkło, charakteryzuje się nietoksycznością, dużą odpornością na temperatury oraz dobrymi właściwościami optycznymi. Warto tutaj wspomnieć, że historia kluczowego dla tej grupy związku, kwasu metakrylowego, sięga lat 60. XIX wieku. Boom przemysłowy tego kwasu i jego pochodnych można odnotować w latach 20. i 30. wieku XX. To właśnie wtedy wykorzystano polimetakrylan do syntezy pierwszej syntetycznej soczewki kontaktowej. Okazały się one jednak dalekie od ideału, ponieważ nie przepuszczały powietrza oraz były twarde, co uniemożliwiało dopasowanie się do oka i przekładało się na komfort użytkownika. Migrowanie pod powiekę górną oraz właśnie duży dyskomfort w użytkowaniu sprawiły, że obecnie soczewki te wykorzystywane są coraz rzadziej [41-42].

Omawiany polimer znalazł natomiast zastosowanie podczas operacji zaćmy. Wykonana z niego jest bowiem sztuczna soczewka wewnątrzgałkowa [41,43,45,48]. Choć operacje z wykorzystaniem takiej gałki sięgają lat 80. XX wieku, nadal nie wyeliminowano podstawowych wad takiego zabiegu: konieczności wykonania rozległego nacięcia rogówki (wynikające z małej elastyczności implantowanej soczewki), co związane jest z dużym ryzykiem powikłań i dłuższym czasem gojenia rany [42-50].

3. Stomatologia

Obecna stomatologia wykorzystuje wiele materiałów polimerowych. Znajdują one zastosowanie zarówno w stomatologii ortopedycznej, jak i terapeutycznej [51-53]. Do popularniejszych materiałów polimerowych należą metakrylan metylu czy silikony [54-55]. Dzięki szerokiemu wachlarzowi właściwości związki polimerowe znalazły zastosowanie jako materiały bazowe, materiały

na wyściółki elastyczne i sztuczne zęby, materiały wyciskowe i wypełnienia czy ektoprotezy twarży [56-60]. W niniejszym rozdziale podjęto się próby prezentacji wybranych polimerów, ich właściwości i zastosowania w szeroko rozumianej stomatologii.

3.1. Poliamidy

Omawiana już wcześniej grupa polimerów charakteryzuje się dużą odpornością na kwasy i zasady oraz dużą biogodnością (nie podrażnia śluzówki jamy ustnej i nie powoduje uczuleń). Tym samym poliamidy są substratem do produkcji ruchomych protez czy mikroprotez dziecięcych. To, że proteza nie podrażnia śluzówki jest szczególnie ważne przy częściowych protezach, ponieważ wtedy ciężar takiej protezy opiera się na zębach (proteza szkieletowa) lub na korzeniach zębów (proteza nakładkowa) [61-70].

3.2. Silikony oraz gutaperka

Wspomniany wyżej polimetakrylan nie jest jedynym polimerem wykorzystywanym w protetyce uzębienia. Bardzo często stomatolodzy korzystają z silikonowych mas wyciskowych o dużej dokładności odwzorowania szczegółów, dobrej stałości wycisku czy stabilności objętościowej [71-73]. Popularność takich mas wyciskowych wynika z rozciągliwości silikonu porównywalnej do rozciągliwości skóry, dobrej biokompatybilności i nietoksyczności oraz nieograniczonej przepuszczalności tlenu [74-76]. Ciekawym zastosowaniem silikonów jest użycie ich w procesie leczenia kanałowego. Zabieg taki, polegający na usunięciu zakażonej miazgi z wnętrza zęba, ukształtowaniu wszystkich kanałów, ich dokładnym zdezynfekowaniu oraz osuszeniu, musi zakończyć się szczelnym zamknięciem systemu kanałowego za pomocą materiału wypełniającego. W pozostawionej w kanale pustej przestrzeni mogłyby się rozmnażać bakterie, co mogłoby doprowadzić do późniejszych powikłań. Popularnym materiałem wypełniającym są cwieki z gutaperki. Ta substancja nie drażni tkanek okotowierzchołkowych, jest łatwa w operowaniu oraz wykazuje pewne właściwości przeciwbakteryjne. Dodatkowo, daje kontrast na zdjęciu rentgenowskim, co umożliwia ocenę skuteczności leczenia. Gutaperka nie przebarwia zębów, jest stabilna objętościowo (nie kurczy się) i nie rozpuszcza pod wpływem płynów ustrojowych, np. śliny [77-80].

3.3. Polimetakrylan metylu

Poliester ten znalazł również zastosowanie w szeroko rozumianej stomatologii i protetyce uzębienia [81-90]. Twardość i wytrzymałość polimeru na tarcie, cechy, które okazały się wadami w okulistyce, w przypadku szeroko rozumianej stomatologii są zaletami [83-84]. Podstawowym zastosowaniem polimetakrylanu metylu jest produkcja protez i wycisków, co pozwala na uzupełnienie brakującego uzębienia. Nie bez znaczenia są tutaj właściwości polimetakrylanów: nietoksyczność, odporność na temperatury, odporność na wodę, kwasy i alkalia [81-90]. Przykładowo, polimetakrylan metylu nie rozpuszcza się w rozpuszczalnikach polarnych (woda, etanol), ale jest rozpuszczalny w acetonie, toluenie i chloroformie.

Metakrylany stanowią składnik wykorzystywanych w stomatologii zestawów składających się z proszku i płynu, które zmieszane ze sobą tworzą „ciasto”, łatwe do formowania i ugniatania. Płyn może zawierać dodatkowe

składniki, które mogą nadawać pożądane właściwości takiej stosowanej przez lekarzy masy.

Ponadto, żywice metakrylanowe stosowane są jako wypełnienie ubytków próchnicznych [81-82].

3.4. Polietylen

Interesującym zastosowaniem tego polimeru jest wykorzystanie w produkcji zdjęć RTG [91-92]. Zdjęcie rentgenowskie to podstawowe badanie wykorzystywane we współczesnej stomatologii. Ze względu na rodzaj tkanek - tkanki twarde, tj. kość i zęby - jest to idealne badanie w diagnostyce stomatologicznej. W stomatologii nie jest nawet konieczne użycie środka kontrastowego, co dodatkowo zwiększa komfort wykonywania badań.

Sam polietylen wykorzystywany jest do produkcji zdjęcia RTG. Wykorzystuje się tutaj takie właściwości polimeru jak: niska ścieralność, niewielka wodochłonność, duże właściwości poślizgowe, odporność chemiczna, przezroczystość i termoplastyczność [93-96].

Sam polietylen jest bardzo często wykorzystywany w produkcji wszelkiego rodzaju folii i opakowań, nakrętek na butelki, strzykawek jednorazowych, fiolek [97-100].

3.5. Kwas alginowy

W protetyce uzębienia wykorzystuje się również polimery kwasu alginowego. Kwas alginowy to naturalnie występujący kopolimer kwasu mannurowego i gulonowego z obecnym wiązaniem B-1,4-glikozydowym. Naturalnie występuje w ścianach komórkowych alg i traw morskich i właśnie z nich jest pozyskiwany.

W protetyce wykorzystuje się zdolność masy alginatowej (głównie zbudowanej z alginianu sodu lub potasu) do przechodzenia z formy zolu w żel. Jest to proces nieodwracalny.

Niestety, wadą takich mas wyciskowych jest podatność na zmiany objętości i mała wytrzymałość mechaniczna [101-110].

3.6. PTFE (politetrafluoroetylen)

Kolejnym polimerem, jaki znalazł zastosowanie w stomatologii i protetyce, jest PTFE. Politetrafluoroetylen uzyskiwany na drodze polimeryzacji wolnorodnikowej charakteryzuje się bardzo dużą odpornością temperaturową i chemiczną oraz małą rozpuszczalnością w znanych rozpuszczalnikach. Te cechy są przede wszystkim wykorzystywane w produkcji naczyń kuchennych i powłok. Ze względu jednak na nietoksyczność, obojętność dla zdrowia człowieka oraz brak działania adhezyjnego, polimer ten jest przede wszystkim wykorzystywany do produkcji implantów kostnych uzębienia [111-116].

Ze względu na specyficzne właściwości adhezyjne i charakter hydrofobowy, polimer ten jest stosowany podczas zabiegów stomatologicznych (zabezpieczanie zębów). Sama taśma PTFE wykorzystywana jest do uzyskania wycisków i odcisków zębowych, choć należy tutaj zaznaczyć, że stosować ją można tylko do jednej, określonej powierzchni zęba [117-120].

4. Sprzęt medyczny

Obecnie trudno wymenić dziedzinę życia, w której nie byłyby obecne polimery. Wykonane są z nich ubrania,

części samochodów czy elementy wystroju biura. Podobny wniosek można wysnuć rozważając postęp medycyny i farmacji w ostatnich latach. Elementy aparatury diagnostycznej, środki indywidualnej ochrony, ulotki - to tylko kilka przykładów zauważalnych podczas wizyty w przychodni. W niniejszym rozdziale podjęto się próby prezentacji wybranych polimerów, ich właściwości i zastosowania jako szeroko rozumiany sprzęt medyczny.

4.1. Poliamidy

Powyżej została już przedstawiona pobieżna charakterystyka poliamidów. Przyglądając się nieco bliżej tej grupie polimerów, wskazać można takie właściwości włókien poliamidowych jak: mała chłonność, sztywność, odporność mechaniczna czy wrażliwość na słońce. Cechy te dyskwalifikują poliamid w produkcji ubrań, opatrunków, elementów aparatury medycznej narażonych na promieniowanie widzialne. Ciekawym jednak zastosowaniem poliamidu jest produkcja sztucznej nerki czy dializatora. Dializie, czyli pozaustrojowemu procesowi oczyszczania krwi, poddaje się codziennie miliony chorych. Z samego polimeru produkuje się hydrofilowe membrany.

Ponadto, z poliamidu otrzymuje się przewodnice urologiczne do cewnikowania. Jako iż cewniki mają różne średnice i długości, przewodnice takie stosuje się przy szerszych cewnikach [121-126].

4.2. Kauczuk naturalny

Bardzo ciekawym zastosowaniem naturalnego kauczuku jest produkowanie testów. Wykorzystuje się tutaj właściwie lateks, czyli naturalną wydzielinę roślin kauczukodajnych. Wydzielina taka jest zbierana poprzez nacięcie w kształcie litery V z 5-6-letnich drzewek roślin takich jak kauczukowiec brazylijski. Z takiej rany zbiera się, bardzo często do ekologicznych naczyń (np. łupin orzecha kokosowego), wydzielinę, która może być w postaci mikrosfer wykorzystywana do produkcji testów aglutynacyjnych. Takie lateksowe mikrosfery skierowane są na konkretny antygen lub substancję. Przykładowo, znalazły zastosowanie w wykrywaniu bakterii (kiła, gruźlica, cholera, dżuma), wirusów (świnka), hormonów (estrogeny, hormon wzrostu), leków działających na OUN czy narkotyków (barbiturany, morfina, kokaina) [127-136].

4.3. Silikony

Wcześniej opisane już silikony charakteryzują się jeszcze jedną cechą: ograniczają powstanie piany, co wykorzystuje się nie tylko w preparatach na wzdęcie i na nadkwaśność żołądka, ale może przede wszystkim przy wszelkiego rodzaju aparaturze, cewnikach, drenach, węzłach i przewodach, gdzie podczas diagnostyki, badania ultrasonograficznego, endoskopii czy wziernikowania ułatwiają przeprowadzenie procedury medycznej.

Z silikonu wykonane mogą być wszelkiego rodzaju elementy miękkie. Nowością na rynku aptecznym mogą być np. kubeczki menstruacyjne. Stanowią one ekologiczny zamiennik środków higieny, co pozwala na redukcję odpadów. Kubeczki te są łatwe w czyszczeniu i można ich używać wielokrotnie [137-147].

4.4. Polilaktyd

Włókna polilaktydowe służą przede wszystkim do produkcji masek ochronnych, odzieży ochronnej i środków ochrony osobistej, czy też tkanin na stół operacyjny.

Polikwas mlekowy charakteryzuje się wysoką biokompatybilnością i stosunkowo tanim procesem wytwarzania, za pomocą którego można zmieniać jego właściwości. Przykładowo, synteza jednoetapowa polegająca na kondensacji kwasu mlekowego pozwala otrzymać polimer o gorszych właściwościach niż ten z procesu dwuetapowego (przekształcenie w laktydy i dopiero potem kondensacja). Wyżej wymienione materiały są biodegradowalne i termoplastyczne (mogą kurczyć się pod wpływem ciepła), albo sztywne i mało elastyczne.

Ponadto, polilaktyd wykorzystuje się jako filament do drukarek 3D. Filamenty takie ulegają biodegradacji. Dla nanoszenia tego materiału nie jest wymagane podgrzanie pulpitu, ponieważ łatwo przylega on do taśmy maskującej. Przy odpowiednio skonfigurowanym procesie technologicznym możliwy jest szybszy druk 3D i uzyskanie cieńszych warstw materiału niż przy użyciu filamentów z tworzywa ABS [147-159].

4.5. Polichlorek winylu

Obojętność biologiczna, biokompatybilność, duża odporność mechaniczno-chemiczna tego polimeru sprawiają, że jest on używany do produkcji drenów i cewników umieszczanych wewnątrz ludzkiego ustroju [160-166].

Jednak chyba najciekawszym wykorzystaniem polichloroku winylu jest produkcja mat medycznych wykorzystywanych np. na blokach operacyjnych czy w laboratoriach. Maty takie mogą być zarówno jednorazowe, jak i wielokrotnego użytku, ale przede wszystkim, dzięki właściwościom izolacyjnym polimeru, stosuje się je wszędzie tam, gdzie konieczne jest uziemienie [167-169].

5. Podsumowanie

Polimery stanowią obecnie nieodzowny element życia i szeroko stosowane są w okulistyce, stomatologii czy przy produkcji szeroko rozumianego sprzętu medycznego. Zdumiewa możliwość ich zastosowania. Należy jednak uświadomić sobie, że za ich aplikacyjność odpowiadają konkretne właściwości fizykochemiczne (np. plastyczność, twardość, właściwości higroskopijne). Ponadto, podane w niniejszym doniesieniu przykłady uświadomić mogą, iż konkretna właściwość dyskwalifikująca polimer w danym zastosowaniu może okazać się nieodzowna w innym. Myśl ta powinna przyświecać w badaniach nad tą grupą związków chemicznych.

Finansowanie: praca nie była finansowana ze środków zewnętrznych.

Konflikt interesów: Autorka nie deklaruje konfliktu interesów.

Bibliografia:

1. Bains, F.; Vitale-Brovarone, C. Bioceramics in ophthalmology. *Acta Biomater.* **2014**, *10* (8), 3372-3397. DOI: [10.1016/j.actbio.2014.05.017](https://doi.org/10.1016/j.actbio.2014.05.017)
2. Bains, F.; Vitale-Brovarone, C. Ceramics for oculo-orbital surgery. *Ceram. Int.* **2015**, *41* (4), 5213-5231. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.12.086>

3. Masse, F.; Ouellette, M.; Lamoureux, G.; Boisselier, E. Gold nanoparticles in ophthalmology. *Med. Res. Rev.* **2019**, *39* (1), 302-327. DOI: 10.1002/med.21509
4. Nikolov, A.S.; Stankova, N.E.; Karashanova, D.B.; Nedyalkov, N.N.; Pavlov, E.L.; Koev, K.Tz.; Najdenski, Hr.; Kussovski, V.; Avramov, L.A.; Ristoscu, C.; Badiceanu, M.; Mihailescu, I.N. Synergistic effect in a two-phase laser procedure for production of silver nanoparticles colloids applicable in ophthalmology. *Opt. Laser Technol.* **2021**, *138*, Art. No. 106850. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2020.106850>
5. Felt, O.; Furrer, P.; Mayer, J.M.; Plazonnet, B.; Buri, P.; Gurny, R. Topical use of chitosan in ophthalmology: tolerance assessment and evaluation of precorneal retention. *Int. J. Pharm.* **1999**, *180* (2), 185-193. DOI: 10.1016/s0378-5173(99)00003-4
6. Chang, W.; Liu, P.; Lin, M.; Lu, C.; Chou, H.; Nian, C.; Jiang, Y.; Hsu, Y.H. Applications of Hyaluronic Acid in Ophthalmology and Contact Lenses. *Molecules* **2021**, *26* (9), Art. No. 2485. DOI: 10.3390/molecules26092485
7. Hartmann, L.; Watanabe, K.; Zheng, L.L.; Kim, C.; Beck, S.E.; Huie, P.; Noolandi, J.; Cochran, J.R.; Ta, C.N.; Frank, C.W. Toward the development of an artificial cornea: improved stability of interpenetrating polymer networks. *J. Biomed. Mater. Res. B Appl. Biomater.* **2011**, *98* (1), 8-17. DOI: 10.1002/jbm.b.31806
8. Swindle, K.E.; Ravi, N. Recent advances in polymeric vitreous substitutes. *Expert Rev. Ophthalmol.* **2007**, *2* (2), 255-265. DOI: <https://doi.org/10.1586/17469899.2.2.255>
9. Alhalafi, A.M. Applications of polymers in intraocular drug delivery systems. *Oman J. Ophthalmol.* **2017**, *10* (1), 3-8. DOI: 10.4103/0974-620X.200692
10. Imperiale, J.C.; Acosta, G.B.; Sosnik, A. Polymer-based carriers for ophthalmic drug delivery. *JCR* **2018**, *285*, 106-141. DOI: 10.1016/j.jconrel.2018.06.031
11. Aruldass, S.; Mathivanan, V.; Mohamed, A.R.; Tye, C.T. Factors affecting hydrolysis of polyvinyl acetate to polyvinyl alcohol. *J. Environ.* **2019**, *7* (5), Art. No. 103238. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103238>
12. Nagarkar, R.; Patel, J. Polyvinyl Alcohol: A Comprehensive Study. *Acta Sci. Pharm. Sci.* **2019**, *3* (4), 34-44.
13. Liu, Y.; Deng, Y.; Chen, P.; Duan, M.; Lin, X.; Zhang, Y. Biodegradation analysis of polyvinyl alcohol during the compost burial course. *J. Basic Microbiol.* **2019**, *59* (4), 368-374. DOI: 10.1002/jobm.201800468
14. Bennett, N.H.; Chinnery, H.R.; Downie, L.E.; Hill, L.J.; Grover, L. Material, immunological, and practical perspectives on eye drop formulation. *Adv. Func. Mater.* **2020**, *30* (14), Art. No. 1908476. DOI: 10.1002/adfm.201908476
15. Leone, G.; Consumi, M.; Pepi, S.; Pardini, A.; Bonechi, C.; Tamasi, G.; Donati, A.; Rossi, C.; Magnani, A. Modified low molecular weight poly-vinyl alcohol as viscosity enhancer. *Materials Today Commun.* **2019**, *21*, Art. No. 100634. DOI: 10.1016/j.mtcomm.2019.100634
16. Gade, S.K.; Shivshetty, N.; Sharma, N.; Bhatnagar, S.; Garg, P.; Venuganti, V.V.K. Effect of Mucoadhesive Polymeric Formulation on Corneal Permeation of Fluoroquinolones. *J. Ocul. Pharmacol. Ther.* **2018**, *34* (8), 570-578. DOI: 10.1089/jop.2018.0059
17. Brugh, C.; Miller, D.A.; Keen, J.M.; Kucera, S.A.; Lubda, D.; Williams, R.O. Use of Polyvinyl Alcohol as a Solubility-Enhancing Polymer for Poorly Water Soluble Drug Delivery (Part 1). *AAPS PharmSciTech* **2016**, *17*, 167-179. DOI: 10.1208/s12249-015-0458-y
18. Bhatnagar, S.; Saju, A.; Cheerla, K.D.; Gade, S.K.; Garg, P.; Venuganti, V.V.K. Corneal delivery of besifloxacin using rapidly dissolving polymeric microneedles. *Drug Deliv.* **2018**, *8* (3), 473-483. DOI: 10.1007/s13346-017-0470-8
19. Sukhlaaied, W.; Riyajan, S-A; Palmese, G.R. Green robust pH-temperature-sensitive maleated poly(vinyl alcohol)-g-gelatin for encapsulated capsaicin. *Polymer Bull.* **2016**, *73*, 2303-2320. DOI: 10.1007/s00289-016-1609-3
20. Chung, W.Y.; Lee, S.M.; Koo, S.M.; Suh, D.H. Surfactant-free thermochromic hydrogel system: PVA/borax gel networks containing pH-sensitive dyes. *J. Appl. Polym.* **2003**, *91* (2), 890-893. DOI: 10.1002/app.13272
21. Patil, A.M. Synthesis and Characterization of Bio-Based Polyester and Polyamide from Citric Acid and Mannitol. *Orient. J. Chem.* **2018**, *34* (1), 538-543. DOI: <http://dx.doi.org/10.13005/ojc/340161>
22. Alamdari, D.H.; Sedaghat, M-R.; Alizadeh, R.; Zarei-Ghanavati, S.; Naseri, H.; Sharifi, F. Comparison of autologous fibrin glue versus nylon sutures for securing conjunctival autografting in pterygium surgery. *Internation. Ophthalmol.* **2018**, *38* (3), 1219-1224. DOI: 10.1007/s10792-017-0585-4
23. Matalia, J.; Panmand, P.; Ghalla, P. Comparative analysis of non-absorbable 10-0 nylon sutures with absorbable 10-0 Vicryl sutures in pediatric cataract surgery. *Ind. J. Ophthalmol.* **2018**, *66* (5), 661-664. DOI: 10.4103/ijo.IJO_654_17
24. de Lima Pereira, C.C.; Pereira Leite, E.; Wanderley de Queiroga Ewangelista, I.; Lutaif Dolci, J.E. Nylon, cola de fibrina e Vicryl® - Avaliação da fixação do enxerto no autotransplante conjuntival para tratamento do pterígio primário. *Rev. Brasil. Oftalmol.* **2017**, *76* (6), 300-305. DOI: 10.5935/0034-7280.20170062
25. Hayashi, K.; Katori, N.; Kasai, K.; Kamisasanuki, T.; Kokubo, K.; Ohno-Matsui, K. Comparison of Nylon Monofilament Suture and Polytetrafluoroethylene Sheet for Frontalis Suspension Surgery in Eyes With Congenital Ptosis. *Am. J. Ophthalmol.* **2013**, *155* (4), 654-663. DOI: 10.1016/j.ajo.2012.10.022
26. Noma, K.; Takahashi, Y.; Sabundayo, M.S.; Kakizaki, H. Late complications of nylon suture blepharoplasty causing ocular surface injury. *J. Cosm. Med.* **2017**, *1* (2), 95-99. DOI: 10.25056/JCM.2017.1.2.95
27. Kumar, S.; Singh, R. Pterygium excision and conjunctival autograft: A comparative study of techniques. *Oman J. Ophthalmol.* **2018**, *11* (2), 124-129. DOI: 10.4103/ojo.OJO_6_2017.
28. Das, S.; Pai, V.; Shetty, J.; Amin, H.; Bhat, K.S.; Kotian, V. Comparison of Conjunctival Autograft with

- Suture versus Autograft with Patient's Own Blood (without Suture) Pterygium in Surgery: A Pilot Study. *J. Clin. Diagnostic Res.* **2018**, *12* (8), NC13-NC16. DOI: 10.7860/JCDR/2018/35922.11953
29. Brachaczek, W.; Gradek, Ł.; Sarna, E. Impact of Polysiloxanes of Various Chemical Structure on Water Vapour Permeability in Silicone Plasters Used in Building Renovation. *Mater.* **2016**, *865*, 211-218. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.865.211
 30. Liravi, F.; Toyserkani, E. Additive manufacturing of silicone structures: A review and prospective. *Addit.* **2018**, *24*, 232-242. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.00>
 31. Das, A.; Breuer, K.; Mathai, V. Nonlinear modeling and characterization of ultrasoft silicone elastomers. *Appl. Phys. Lett.* **2020**, *116* (20), Art. No. 203702. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0006791>
 32. Li, Y.S.; Zang, Ch-G.; Zhang Y-l. Effect of the structure of hydrogen-containing silicone oil on the properties of silicone rubber. *Mater.* **2020**, *248*, Art. No. 122734. DOI:10.1016/j.matchemphys.2020.122734
 33. Syed, R.; Jusufbegovic, D; Schaal, S. A Needle-Free Minimally Invasive Surgical Technique for the Placement of Silicone Oil Retention Sutures. *Retina* **2016**, *36* (5), 1032-1034. DOI: 10.1097/IAE.0000000000000984
 34. Yüksel, K.; Pekel, G.; Alagöz, N.; Alagöz, C.; Baz, O.; Yazc, A.T. Silicone oil barrier sutures in aphakic eyes with iris defects. *Retina* **2016**, *36* (6), 1222-1226. DOI: 10.1097/IAE.0000000000000856
 35. Stapleton, F.; Stretton, S.; Papas, E.; Skotnitsky, C.; Sweeney Boptom, D.F. Silicone Hydrogel Contact Lenses and the Ocular Surface. *Ocul. Surf.* **2006**, *4* (1), 24-43. DOI: 10.1016/s1542-0124(12)70262-8
 36. Compañ, V.; Andrio, A.; López-Alemany, A.; Riande, E.; Refojo, M.F. Oxygen permeability of hydrogel contact lenses with organosilicon moieties. *Biomaterials* **2002**, *23* (13), 2767-2772. DOI: 10.1016/s0142-9612(02)00012-1
 37. Rao, A.; Hart, R.; Alvord, L.; Sentell, K. High oxygen permeable color silicone hydrogel contact lens with fully encapsulated pigments. *Cont. Lens Anterior Eye* **2018**, *41* (1), S6-S7.
 38. Sulley, A.; Dumbleton, K. Silicone hydrogel daily disposable benefits: The evidence. *Cont. Lens Ant. Eye* **2020**, *43* (3), 298-307. DOI: 10.1016/j.clae.2020.02.001
 39. Musgrave, C.S.A.; Fang, F. Contact Lens Materials: A Materials Science Perspective. *Materials (Basel)* **2019**, *12* (2), Art. No. 261. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma12020261>.
 40. Hall, B.J.; Jones, L.W.; Dixon, B. Silicone allergies and the eye: fact or fiction? *Eye Cont. Lens* **2014**, *40* (1), 51-57. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000010
 41. Aghamollaei, H.; Pirhadi, S.; Shafiee, S.; Sehri, M.; Goodarzi, V.; Jadidi, K. Chapter 15 - Application of polymethylmethacrylate, acrylic, and silicone in ophthalmology. In *Materials for Biomedical Engineering. Thermoset and Thermoplastic Polimers*; Grumezescu, V., Grumezescu A.M., Eds.; Elsevier, **2019**, pp. 507-554. DOI:10.1016/B978-0-12-816874-5.00015-3
 42. Ahmad, R.; Saini, N.S.; Mahajan, S.K.; Mohindroo, J.; Singh, S.S. Comparison of rigid polymethylmethacrylate and foldable square edgeacrylic lens replacement for management of cataract after phacoemulsification in 22 eyes of dogs. *Indian J. Anim. Res.* **2017**, *51* (1), 146-150. DOI: 10.18805/ijar.7080
 43. Kumari, R.; Srivastava, M.R.; Garg, P.; Janardhanan, R. Intra Ocular Lens Technology - A Review of Journey from Its Inception. *Ophthalmol. Res.* **2019**, *11* (3), 1-9. DOI: 10.9734/or/2019/v11i330129
 44. Pomes, B.; Richaud, E.; Nguyen, J-F. Chapter 7 - Polymethacrylates. In *Materials for Biomedical Engineering. Thermoset and Thermoplastic Polimers*; Grumezescu, V., Grumezescu A.M., Eds.; Elsevier, **2019**; pp. 217-271.
 45. Ajekwene, K.K. Properties and Applications of Acrylates in Acrylate Polymers for Advanced Applications. In *Acrylate Polymers for Advanced Applications*; Serrano-Aroca, Á.; Deb, S., Eds.; IntechOpen, London, United Kingdom, **2019**; pp. 35-46.
 46. Princz, M.A.; Lasowski, F.J.R.; Sheardown, H. Advances in intraocular lens materials. In *Biomaterials and Regenerative Medicine in Ophthalmology*, 2nd Edition; Chirila, T.V., Harkin, D.G., Eds.; Woodhead Publishing, Sawston, Cambridge, United Kingdom, **2016**; pp. 401-417. DOI: 10.1016/B978-0-08-100147-9.00016-X
 47. Hassanein, N.; Amleh, A. Biomaterial Implants: A Gateway to Cancer Through Genetics and Epigenetics. *Adv. Modern Oncol. Res.* **2019**, *4* (4), 15-27. DOI:10.30564/amor.v4i4.194
 48. Deb, K.P.; Kokaz, S.F.; Abed, S.N.; Paradkar, A.; Tekade, R.K. Pharmaceutical and biomedical applications of polymers. In *Basic Fundamentals of Drug Delivery*; Tekade, R.K., Eds.; Academic Press, Cambridge, Massachusetts, USA, **2019**; pp. 203-267.
 49. Hollick, E.J.; Spalton, D.J.; Ursell, P.G.; Pande, M.V.; Barman, S.A.; Boyce, J.F.; Tilling K. The effect of polymethylmethacrylate, silicone, and polyacrylic intraocular lenses on posterior capsular opacification 3 years after cataract surgery. *Ophthalmology* **1999**, *106* (1), 49-55. DOI: 10.1016/S0161-6420(99)90047-7
 50. Grzybowski, A.; Kanclerz, P. Recent Developments in Cataract Surgery. In *Current Concepts in Ophthalmology*; Grzybowski, A. Eds.; Springer Cham, Switzerland, **2020**; pp. 55-97. DOI: 10.1007/978-3-030-25389-9_3
 51. Hassan, R.; Khan, M.U.A.; Abdullah, A.M.; Razak, S.I.A. A Review on Current Trends of Polymers in Orthodontics: BPA-Free and Smart Materials. *Polymers* **2021**, *13* (9), Art. No. 1409. DOI: 10.3390/polym13091409
 52. Xu, X.; He, L.; Zhu, B.; Lib, J.; Li, J. Advances in polymeric materials for dental applications. *Polym. Chem.* **2017**, *8*, 807-823. DOI: 10.1039/C6PY01957A
 53. Chi, M.; Qi, M.; Lan, A.; Wang, P.; Weir, M.D.; Melo, M.A.; Sun, X.; Dong, B.; Li, C.; Wu, J.; Wang, L; Xu, H.H.K. Novel Bioactive and Therapeutic Dental

- Polymeric Materials to Inhibit Periodontal Pathogens and Biofilms. *Biomed Eng. Online*. 2019, 20 (2), Art. No. 278. DOI: 10.3390/ijms20020278
54. Kaur, H.;Thakur, A. Applications of poly(methyl methacrylate) polymer in dentistry: A review. *Mater. Today*. 2022, 50 (5), 1619-1625. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.09.125
 55. Macías, G.; Luz, A.; Cándor, Q.; Odalys, B.; López Torres Rómulo, G.; Salame Ortiz, V.A. Use of Addition Silicones in the Final Impression of A Fixed Prosthesis. *HIV Nursing* 2023, 23 (3), 1739-1744.
 56. Klimczak, J.; Helman, S.; Kadakia, S.; Sawhney, R.; Abraham, M.; Vest, A.K.; Ducic, Y. Prosthetics in Facial Reconstruction. *Craniofacial Trauma Reconstr.* 2018, 11 (1), 6-14. DOI: 10.1055/s-0037-1603459
 57. Cevik, P. Maxillofacial Silicone Elastomers in Dentistry. In *Reactive and Functional Polymers Volume One*, Gutiérrez, T.J., Eds.; Springer Cham, Switzerland, 2020; pp. 293-300. DOI: 10.1007/978-3-030-43403-8_12
 58. Gălbinașu, B.M.; Dragason, M.; Grigore, V.; Ciocan, L.T.; Pătrașcu, I. Study on the dimensional stability of modern impression materials. *Ro. J. Stomatol.* 2020, 66 (3), 199-206. DOI:10.37897/RJS.2020.3.8
 59. Liang, X.; Liao, W.; Cai, H.; Jiang, S.; Chen, S. 3D-Printed Artificial Teeth: Accuracy and Application in Root Canal Therapy. *J. Biomed. Nanotechnol.* 2018, 14 (8), 1477-1485. DOI: 10.1166/jbn.2018.2599
 60. Bascones, A.; Vega, J. M.; Olmo, N.; Turnay, J.; Gavilanes, J.G.; Lizarbe, M.A. Dental and Maxillofacial Surgery Applications of Polymers. In *Polymeric Biomaterials, Revised and Expanded*, 2nd ed., Dumitriu, S., Eds.; 2001, CRC Press, Boca Raton, USA; pp. 423-450. DOI: 10.1201/9780203904671
 61. Nguyen, L.G.; Kopperud, H.M.; Oilo, M. Water sorption and solubility of polyamide denture base materials. *Acta Biomater. Odontol. Scand.* 2017, 3 (1), 47-52. DOI: 10.1080/23337931.2017.1326009
 62. Ucar, Y; Akova, T.; Aysan, I. Mechanical Properties of Polyamide Versus Different PMMA Denture Base Materials. *J. Prosthodont.* 2012, 21, 173-176. DOI: 10.1111/j.1532-849X.2011.00804.x
 63. Kümbüloğlu, O.; Yildirim, B.; Husain, NA-H.; Özcan, M. Adhesion potential of relining materials to polyamide and PMMA-based denture base materials: effect of surface conditioning methods. *J. Adhes. Sci. Technol.* 2019, 33 (17), 1939-1947. DOI: 10.1080/01694243.2019.1617935
 64. Al-Dharrab, A.; Shinawi, L.A. Biocompatibility and Cytotoxicity of Two Different Polymerized Denture Base Resins Cultured on Human Mesenchymal Stem Cells. *J. Inter. Oral Health* 2016, 8 (12), 1114-1118. DOI: 10.2047/jioh-08-12-13
 65. Soesetijo, F.X.; Prijatmoko, D.; Hidajati, L. Biocompatibility of Thermoplastic Nylon Flexible Removable Partial Denture - A Review. *Int. J. Curr. Res. Aca. Rev.* 2016, 4 (10), 75-83. DOI: 10.20546/ijcrar.2016.410.009
 66. Ardelean, L.C.; Bortun, C.M.; Podariu, A.C.; Rusu, L.C. Polymeric alternatives in manufacturing removable partial dentures. *Materiale Plastice* 2017, 54 (4), 754-756.
 67. Vulićević, Z.; Beloica, M.; Kosanović, D.; Radović, I.; Juloski, J.; Ivanović, D. Prosthetics in paediatric dentistry. *Bal. J. Dent. Med.* 2017, 21, 78-82. DOI: 10.37358/MP.17.4.4938
 68. Polychronakis, N.; Sarafianou, A.; Zissis, A.; Papadopoulos, T. The Influence of Thermocycling on the Flexural Strength of a Polyamide Denture Base Material. *Acta Stomatol. Croat.* 2017, 51 (4), 309-315. DOI: 10.15644/asc51/4/5
 69. Pradusha, R.; Suresh Sajjan, M.C.; Ramaraju, A.V.; Rao, B.; Chandrasekharan Nair, K. A study on flexible dentures. *Trends in prosthodontics* 2019, 10, No. 1-2.
 70. Manzon, L.; Fratto, G.; Poli, O.; Infusino, E. Patient and clinical evaluation of traditional metal and polyamide removable partial dentures in an elderly cohort. *J. Prosthodont.* 2019, 28 (8), 868-875. DOI: 10.1111/jopr.13102
 71. Gilmore, W.H.; Schnell, R.J.; Phillips, R.W. Factors influencing the accuracy of silicone impression materials. *J. Prosthet. Dent.* 1959, 9 (2), 304-314. DOI: 10.1016/0022-3913(59)90015-0
 72. Wezgowiec, J.; Paradowska-Stolarz, A.; Malysa, A.; Orzeszek, S.; Seweryn, P.; Wieckiewicz, M. Effects of Various Disinfection Methods on the Material Properties of Silicone Dental Impressions of Different Types and Viscosities. *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23 (18), Art. No. 10859. DOI: 10.3390/ijms231810859
 73. Kambiranda, S.C.; Pinto, B.; Elpata, M.A.; Sam, G.; Chaitra, A.S.; Rani, R.P. Evaluation of the Bond Strength of Universal Tray Adhesives on Silicone Impression Materials Using an Acrylic Tray. *J. Contemp. Dent. Pract.* 2019, 20 (12), 1406-1411.
 74. Naumovski, B.; Kapushevska, B. Dimensional stability and accuracy of silicone-based impression materials using different impression techniques - a literature review. *PRILOZI* 2017, 38 (2), 131-138. DOI: 10.1515/prilozi-2017-0031
 75. Siregar, I.; Permitasari, R.; Morgano, M. Comparison of the potential genotoxicities of resin-, silicone-, and bioceramic-based root canal sealers against human lymphocytes. *J. Int. Dent. Medical. Res.* 2019, 12 (1), 88-94.
 76. Stern, S.A.; Shah, V.M.; Hardy, B.J. Structure-permeability relationships in silicone polymers. *J. Polym. Sci. B.* 1987, 25 (6), 1263-1298. DOI: <https://doi.org/10.1002/polb.1987.090250607>
 77. Bohn, S; Ilie, N. Wetting behaviour of silicone - and resin - based root canal sealers. *Int. Endod. J.* 2014, 47 (6), 542-549. DOI: 10.1111/iej.12184
 78. Nicholson, J.; Czarnecka, B.: Materials for root canal filling. In *Materials for the Direct Restoration of Teeth*; Nicholson, J.; Czarnecka, B., Eds.; Woodhead Publishing, Sawston, Cambridge, United Kingdom, 2016; pp. 197-219.
 79. Mansouri, S.A.; Zidan, A.Z. Assessing the flow rate of silicon-based endodontic sealers. *Int. J. Appl. Dent. Sci.* 2019, 5 (1), 237-240.
 80. Jung, S.; Sielker, S.; Hanisch, M.R.; Libricht, V.; Schäfer E., Dammaschke, T. Cytotoxic effects of four different root canal sealers on human osteoblast.

- PLoS One*. 2018, 13 (3), Art. No. e0194467. DOI: 10.1371/journal.pone.0194467.
81. Ayatollahi, M.R.; Ghouli, S.; Bahrami, B. Experimental and theoretical fracture analyses for three biomaterials with dental applications. *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.* 2020, 103, Art. No. 103612. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2019.103612
 82. Yadav, R.; Kumar, M. Dental restorative composite materials: A review. *J. Oral Biosci.* 2019, 61 (2), 78-83. DOI: 10.1016/j.job.2019.04.001
 83. Kostić, M.; Igić, M.; Gligorijević, N.; Nikolić, V.; Stošić, N.; Nikolić, L. The Use of Acrylate Polymers in Dentistry. *Polymers* 2022, 14 (21), Art. No. 4511. DOI: 10.3390/polym14214511
 84. Resan, K.K. Effect of repeated load on life of the PMMA molar denture. *Int. J. Energy Environ.* 2019, 10 (4), 231-236.
 85. Mirza, E.H.; Khan, A.A.; El-Sharawy, M.A.; Al-Khureif, A.; Al-Hijji, S.; Al-Omar, K.A.; Khalil, K.A. Physical, mechanical, thermal, and dynamic characterization of carbon nanotubes incorporated poly(methyl methacrylate)-based denture implant. *J. Compos. Mater.* 2017, 51 (28), 3931-3940. DOI: 10.1177/0021998317694425
 86. Kreve, S.; Dos Reis A.C. Denture Liners: A Systematic Review Relative to Adhesion and Mechanical Properties. *Sci. World J.* 2019, Article ID 6913080. DOI: 10.1155/2019/6913080
 87. Hassan, M.; Asghar, M.; Din, S.U.; Sohail Zafar, M. Chapter 8 - Thermoset polymethacrylate-based materials for dental applications. In *Materials for Biomedical Engineering. Thermoset and Thermoplastic Polimers*; Grumezescu, V., Grumezescu A.M., Eds.; Elsevier, 2019, pp. 273-308. DOI: 10.1016/B978-0-12-816874-5.00008-6
 88. Nielsen, B.V.; Nevel, T.G.; Barbu, E.; Smith, J.R.; Rees, G.D.; Tsibouklis, J. Poly(alkyl methacrylate) Tooth Coatings for Dental Care: Evaluation of the Demineralisati. *Polymers* 2011, 3, 314-329. DOI: 10.3390/polym3010314
 89. Somani, M.V.; Khandelwal, M.; Punia, V. The effect of incorporating various reinforcement materials on flexural strength and impact strength of polymethylmethacrylate: A meta-analysis. *J. Indian Prosthodont. Soc.* 2019, 19 (2), 101-112. DOI: 10.4103/jips.jips_313_18
 90. Mohsen, B.; Hashem, S. Polymethyl Methacrylate vs. Cayanoacrylate for Denture Teeth Rebonding. *Egypt. Dental J.* 2019, 65 (3), 2831-2835. DOI: 10.21608/edj.2019.72679.
 91. Koster, L.; Hossein Zadeh Zaribaf, P.; Gill, H.; Kaptein, B.; Pegg, E. Model-based Roentgen Stereophotogrammetry (MBRSA) of Radiopaque Polyethylene prosthesis: a Pilot Study. In *The 6th International RSA Meeting, Aarhus, Denmark, 4-6.04.2019.*
 92. Pauwels, R.; History of dental radiography: evolution of 2D and 3D imaging modalities. *MPI Special Issue, History of Medical Physics*, 2020, 3, 235-277.
 93. Li, Y.; He, H.; Ma, Y.; Geng, Y.; Tan, J. Rheological and mechanical properties of ultrahigh molecular weight polyethylene/high density polyethylene/polyethylene glycol blends. *Adv. Ind. Engineer. Polymer Res.* 2019, 2 (1), 51-60. DOI: 10.1016/j.aiepr.2018.08.004
 94. Molnar, B.; Ronkay, F. Effect of solid-state polycondensation on crystalline structure and mechanical properties of recycled polyethylene-terephthalate. *Polymer Bull.* 2019, 76, 2387-2398. DOI: 10.1007/s00289-018-2504-x
 95. Moyassari, A.; Gkourmpis; T.; Hedenqvist, M.S.; Gedde, U.W. Molecular dynamics simulation of linear polyethylene blends: Effect of molar mass bimodality on topological characteristics and mechanical behavior. *Polymer* 2019, 161, 139-150. DOI: 10.1016/j.polymer.2018.12.012
 96. Bracco, P.; Bellare, A.; Bistolfi, A.; Affatato, S. Ultra-High Molecular Weight Polyethylene: Influence of the Chemical, Physical and Mechanical Properties on the Wear Behavior. A Review. *Materials (Basel)* 2017, 10 (7), Art. No. 791. DOI: 10.3390/ma10070791
 97. Dulal, N.; Shanks, R.; Chalmers, D.; Adhikari, B.; Gill, H. Migration and performance of erucamide slip additive in high-density polyethylene bottle caps. *J. Appl. Polym.* 2018, 135 (43), Art. No. 46822. DOI: 10.1002/app.46822
 98. Dégardin, K.; Jamet, M.; Guillemain, A.; Mohn, T. Authentication of pharmaceutical vials. *Talanta* 2019, 198, 487-500. DOI: 10.1016/j.talanta.2019.01.121
 99. Paxton, N.C.; Allenby, M.C.; Lewis, P.M.; Woodruff, M.A. Biomedical applications of polyethylene. *Eur. Polym. J.* 2019, 118, 412-428. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2019.05.037
 100. Dai, S.; Li, S.; Xu, G.; Chen, C. Direct synthesis of polar functionalized polyethylene thermoplastic elastomer. *Macromolecules*, 2020, 53 (7), 2539-2546. DOI: 10.1021/acs.macromol.0c00083
 101. Bokobza, L. Natural Rubber Nanocomposites: A Review. *Nanomaterials* 2019, 9 (1), Art. No. 12. DOI: 10.3390/nano9010012
 102. Stelescu, M-D.; Manaila, E.; Craciun, G; Chirila, C. D91. Železińska, K.; Nowak, M.; Żmudzki, J.; Krawczyk, C.; Chladek, G. The influence of storage conditions on the physicochemical properties and dimensional accuracy of the alginate impressions. *J. Achiev.* 2018, 87 (2), 68-76. DOI: 10.5604/01.3001.0012.2829
 102. Burzynski, J.A.; Firestone, A.R.; Beck, F.M.; Fields, H.W. Jr.; Deguchi, T. Comparison of digital intraoral scanners and alginate impressions: Time and patient satisfaction. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2018, 153 (4), 534-541. DOI: 10.1016/j.jado.2017.08.017
 103. Cervino, G.; Fiorillo, L.; Herford, A.S.; Laino, L.; Troiano, G.; Amoroso, G.; Crimi, S. Matarese, M.; D'Amico, C.; Siniscalchi, E.N.; Cicciù, M. Alginate materials and dental impression techniqu: A current state of the art and application to dental practice. *Marine Drugs* 2019, 17 (1), Art. No. 18. DOI: 10.3390/md17010018
 104. Al Qahtani, MA; Alrefaie, M.; Altamimi, A.; Aljowayed, I.; Al Qahtani, M.A.; Al Qahtani, A.; Habib,

- S.R. Evaluation of pre-alginate impression preparation methods in the surface accuracy of dental cast. *Saudi Dent. J.* **2019**, *31* (4), 451-456. DOI: 10.1016/j.sdentj.2019.04.005
105. Chugh, A. Occupational hazards in prosthetic dentistry. *Dentistry* **2017**, *7* (2), Art. No. 410. DOI: 10.4172/2161-1122.1000410
106. Molnar-Varlam, C.; Dmitrii-Valentin, T.; Szolon, A.T.A.; Biriş, C. The Hydro-Alginates Vs. The Addition Reaction Silicones: Comparative Study Between Mechanical and Chemical Properties of Two High Fidelity Impression Materials. *J. Interdiscip.* **2017**, *2* (1), 45-49. DOI: DOI:10.1515/jim-2017-0036.
107. Zahid, S.; Qadir, S.; Bano, N.Z.; Qureshi, S.W.; Kaleem, M. Evaluation of the dimensional stability of alginate impression materials immersed in various disinfectant solutions. *Pak. Oral Dent. J.* **2017**, *37* (2), 371-376.
108. Abdelraouf, R.M.; Bayoumi, R.E.; Hamdy, T.M. Effect of Powder/Water Ratio Variation on Viscosity, Tear Strength and Detail Reproduction of Dental Alginate Impression Material (In Vitro and Clinical Study). *Polymers* **2021**, *13*(17), 2923. DOI: 10.3390/polym13172923
109. Saeed, F.; Muhammad, N.; Khan, A.S.; Sharif, F.; Rahim, A.; Ahmad, P.; Irfan, M. Prosthodontics dental materials: From conventional to unconventional. *Mat. Sci. Eng. C* **2020**, *106*, Art. No. 110167. DOI: 10.1016/j.msec.2019.110167
110. Haugen, H.J.; Basu, P.; Sukul, M.; Mano, J.F.; Reseland, J.E. Injectable Biomaterials for Dental Tissue Regeneration. *Int. J. Mol. Sci.* **2020**, *21* (10), Art. No. 3442. Development and characterization of polymer eco-composites based on natural rubber reinforced with natural fibers. *Materials (Basel)* **2017**, *10* (7), Art. No. 787. DOI: 10.3390/ma10070787.
111. Johar, A.O. Ridge augmentation with autogenous bone graft and expanded polytetrafluoroethylene membrane using tenting screw: a randomized controlled clinical trial. *J. Contemp. Dent. Pract.* **2019**, *20* (4), 409-416.
112. Rathnayake, N.; Trajkovski, B.; Rahman, B.; Zafiroopoulos, G. Clinical applications and outcomes of non-resorbable polytetrafluoroethylene (PTFE) membranes in guided bone regeneration. *J. Int. Dent. Med. Res.* **2019**, *12* (4), 1626-1635.
113. Trobos, M.; Juhlin, A.; Shah, F.A.; Hoffman, M.; Sahlin, H.; Dahlin, C. *In vitro* evaluation of barrier function against oral bacteria of dense and expanded polytetrafluoroethylene (PTFE) membranes for guided bone regeneration. *Clin. Implant. Dent. Relat. Res.* **2018**, *20* (5), 738-748. DOI: 10.1111/cid.12629
114. Tasiopoulos, C.P.; Petronis, S.; Sahlin, H.; Hedhammar, M. Surface functionalization of PTFE membranes intended for guided bone regeneration using recombinant spider silk. *ACS Appl. Biomater.* **2019**, *3* (1), 577-583. DOI: 10.1021/acsabm.9b00972
115. Kameda, T.; Ohkuma, K.; Oka, S. Polytetrafluoroethylene (PTFE): A resin material for possible use in dental prostheses and devices. *Dent. Mater. J.* **2019**, *38* (1), 136-142. DOI: 10.4012/dmj.2018-088
116. Carter, A. Restorative dentistry: Occlusal hypervigilance. *Brit. Dent. J.* **2017**, *222* (408), Art. No. 151. DOI: 10.1038/sj.bdj.2017.252
117. Alkadi M, Alsalleeh F. Ex vivo microbial leakage analysis of polytetrafluoroethylene tape and cotton pellet as endodontic access cavity spacers. *J. Conserv. Dent.* **2019**, *22* (4), 381-386. DOI: 10.4103/JCD.JCD_555_18
118. Stean, H. PTFE tape: a versatile material in restorative dentistry. *Dent Update.* **1993**, *20* (4), 146-148.
119. Khatab, A.M.; Abdelhafez, L.J. Evaluation of Cotton and Polytetrafluoroethylene Tape as Endodontic Spacer material in pulpectomy of primary molars. *Egypt. Dent. J.* **2020**, *66* (2), 715-726. DOI: 10.21608/edj.2020.27254.1097
120. Sattar, M.M.; Patel, M.; Alani, A. Clinical applications of polytetrafluoroethylene (PTFE) tape in restorative dentistry. *Brit. Dent. J.* **2017**, *222*, 151-158. DOI: 10.1038/sj.bdj.2017.110
121. Donadio, C.; Kanaki, A.; Sami, N.; Tognotti, D. High-Flux Dialysis: Clinical, Biochemical, and Proteomic Comparison with Low-Flux Dialysis and On-Line Hemodiafiltration. *Blood Purif.* **2017**, *44* (2), 129-139. DOI: 10.1159/000476053
122. Ahmad, M.; Tang, C.; Yang, L.; Yaroshchuk, A.; Bruening, M.L. Layer-by-layer modification of aliphatic polyamide anion-exchange membranes to increase Cl⁻/SO₄²⁻ selectivity. *J. Membr. Sci.* **2019**, *578*, 209-219. DOI: 10.1016/j.memsci.2019.02.018
123. Pirsaeheb, M.; Sharafie K.; Naderi, S.; Ghafari, H.; Khosravi, T. Role of reverse osmosis membranes on the concentration fluctuations of heavy metals in used water by dialysis instrument of hemodialysis patients. *ATMPH* **2017**, *10* (4). DOI: 10.4103/ATMPH.ATMPH_313_17.
124. Kohlová, M.; Gomes Amorim, C.; Araújo, A.; Santos-Silva, A.; Solich, P.; Montenegro, M.C.B.S.M. The biocompatibility and bioactivity of hemodialysis membranes: their impact in end-stage renal disease. *J. Artif. Organs* **2019**, *22*, 14-28. DOI: 10.1007/s10047-018-1059-9.
125. Olczyk, P.; Małyszczak, A.; Kusztal, M. Dialysis membranes: A 2018 update. *Polim. Med.* **2018**, *48* (1), 57-63. DOI: 10.17219/pim/102974
126. Mao, H.; Bao, J.; Chen, Z.; Dong, J. Balloon Dilatation Catheter. In *Endovascular Surgery and Devices*; Jing, Z., Mao, H.; Dai, W., Eds.; Springer Singapore, **2018**; pp. 29-37.
127. Patel, K.K.; Howe, L.; Heuer, C.; Asher, G.F.; Wilson, P.R. Evaluation of Western blot, ELISA and latex agglutination tests to detect *Toxoplasma gondii* serum antibodies in farmed red deer. *Veterinary parasitology*, **2017**, *244*, 154-159. DOI: 10.1016/j.vetpar.2017.08.003
128. Altun, O.; Athlin, S.; Almuhayawi, M.; Stralin, K.; Özenci, V. Rapid identification of *Streptococcus pneumoniae* in blood cultures by using the Immulex, Slidex and Wellcogen latex agglutination tests and the BinaxNOW antigen test. *Eur. J. Clin. Microbiol.* **2016**, *35*, 579-585. DOI: 10.1007/s10096-015-2573-9

129. Rastawicki, W.; Chróst, A.; Gielarowicz, K. Development and evaluation of latex agglutination tests for the detection of human antibodies to the lipopolysaccharides of verocytotoxin-producing *Escherichia coli* (VTEC) serogroups O157 and non-O157. *J. Microbiol.* **2017**, *140*, 74-76. DOI: 10.1016/j.mimet.2017.07.009
130. Zhu, M.; Jia, Y.; Peng, L.; Ma, J.; Li, X.; Shi, F. A highly sensitive dual-color lateral flow immunoassay for brucellosis using one-step synthesized latex microspheres. *Anal. Methods* **2019**, *11*, 2937-2942. DOI: 10.1039/C9AY00944B
131. Gritskova, I.A.; Sivaev, A.A.; Gusev, S.A.; Levachev, S.M.; Lobanova, N.A.; Andreeva, A.V.; Chvalun, S.N. Polymer microspheres for replacement of biological carriers in test systems operating on the principle of latex agglutination reaction. *Russ. Chem. Bull.* **2019**, *68*, 2075-2082. DOI: 10.1007/s11172-019-2668-z
132. Suzuta, T. Therapeutic and diagnostic applications of latex-bound immunoglobulins. In *Controlled Drug Delivery*, Bruck, S.D., Eds.; CRC Press, Boca Raton, United States, **2019**; pp. 149-188.
133. Alhabbab, R.Y. Pregnancy Test. In *Basic Serological Testing*, Kalyuzhny, A.E., Eds.; Springer Nature, Dubai, **2018**; pp. 97-103.
134. Datta, P. Immunoassay Design for Screening of Drugs of Abuse. In *Critical Issues in Alcohol and Drugs of Abuse Testing*; Dasgupta, A., Eds.; Academic Press, Cambridge (Massachusetts), United States, **2019**; pp. 121-128.
135. Moulahoum, H.; Zihnioglu, F.; Timur, S.; Coskun, H. Novel technologies in detection, treatment and prevention of substance use disorders. *J. Food Drug Anal.* **2019**, *27* (1), 22-31. DOI: 10.1016/j.jfda.2018.09.003
136. Luppa, P.B.; Junker, R., Schimke, I., Stürenbur, E.: Immunological methods: Principles and Clinical Applications. In *Point-of-Care Testing*, Luppa, P.B.; Junker, R., Eds.; Springer Berlin, Heidelberg, **2018**, pp. 69-79.
137. Hassan, C.; Repici, A. Recent Advances in Diagnostic Colonoscopy for Colorectal Cancer Screening: An Update for Radiologists. *AJR* **2017**, *209*, 88-93. DOI: 10.2214/AJR.17.17863
138. Lemke, M.; Banwell, A.; Rubinger, N.; Wiepjes, M.; Ropeleski, M.; Vanner, S.; Hookey, L. A205 A prospective assesment of insertion versus withdrawal as a component of a colonoscopy technical skills acquisition curriculum. *J. Can. Assoc. Gastroenterol.* **2018**, *1* (2), 303-304. DOI: 10.1093/jcag/gwy009.205
139. Lee, S.M.; Chung, S.J.; Lew, H. Clinical Efficacy of Lacrimal Endoscopy Assisted Silicone Tube Intubation in Patients with Nasolacrimal Duct Obstruction. *Korean J. Ophthalmol.* **2018**, *59* (6), 582-588. DOI: 10.3341/jkos.2018.59.6.582
140. Hachiya, O.; Sato, T.; Toda, M.; Kimura, W. An Easy and Safe Method of Liver Retraction Using a Silicone Disc and Needle Forceps for Laparoscopic Gastrectomy. *JLAST* **2019**, *29* (4), 484-488. DOI: 10.1089/lap.2018.0379
141. Jain, S.; Bhandari, M. Endoscopic removal of an eroded silicone ring after banded sleeve gastrectomy using argon plasma coagulation. *Endoscopy* **2019**, *51* (10), E312-E313. DOI: 10.1055/a-0889-7394
142. Gasab, M.T.I.; Uchiyama, M.; Nakatani, T. Advanced DLC coating technique on silicone-based tubular medical devices. In *Surface and Coatings Technology. Surf. Coat. Technol.* **2016**, *307*, Part B, 1084-1087. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2016.06.067
143. Nonfoux, L.; Chiaruzzi, M.; Badiou, C.; Tristan, A.; Thioulouse, J.; Muller, D.; Prigent-Combaret, C.; Lina, G. Impact of Currently Marketed Tampons and Menstrual Cups on *Staphylococcus aureus* Growth and Toxic Shock Syndrome Toxin 1 Production In Vitro. *Appl. Environ. Microbiol.* **2018**, *84* (12), AEM.00351-18. DOI: 10.1128/AEM.00351-18.
144. Phillips-Howard, P.A.; Nyothach, E.; ter Kuile F.O.; Omoto, J.; Wang, D.; Zeh, C.; Onyango, C.; Mason, L.; Alexander, K.T.; Odhiambo, F.O.; Eleveld, A.; Mohammed, A.; van Eijk, A.M.; Edwards, R.T.; Vulule, J.; Faragher, B.; Laserson, K.F. Menstrual cups and sanitary pads to reduce school attrition, and sexually transmitted and reproductive tract infections: a cluster randomised controlled feasibility study in rural Western Kenya. *BMJ Open* **2016**, *6* (11) e013229. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-013229.
145. van Eijk, A.M.; Zulaika, G.; Lenchner, M.; Manson, L., Sivakami, M.; Nyothach, E.; Unger, H.; Laserson, K.; Phillips-Howard, P.A. Menstrual cup use, leakage, acceptability, safety, and availability: a systematic review and meta-analysis. *Lancet. Pub. Health.* **2019**, *4*(8), E376-E393. DOI: 10.1016/S2468-2667(19)30111-2
146. Madziyire, M.G.; Magure, T.M.; Madziwa, C.F. Menstrual Cups as a Menstrual Management Method for Low Socioeconomic Status Women and Girls in Zimbabwe: A Pilot Study. *Women's Reprod. Health* **2018**, *5* (1), 59-65. DOI: 10.1080/23293691.2018.1429371
147. Cacciamani, G.E.; Okhunov, Z.; Dourado Meneses, A.; Rodriguez-Socarras, M.E.; Rivas, J.G.; Porpiglia, F.; Liatsikos, E.; Veneziano, D. Impact of Three-dimensional Printing in Urology: State of the Art and Future Perspectives. A Systematic Review by ESUT-YAUWP Group. *Eur. Urol.* **2019**, *76* (2), 209-221. DOI: 10.1016/j.eururo.2019.04.044
148. Özgür, B.C.; Ayyıldız, A. 3D printing in urology: Is it really promising? *Turk. J. Urol.* **2018**, *44* (1), 6-9. DOI: 10.5152/tud.2018.20856
149. Parikh, N.; Sharma, P. Three-Dimensional Printing in Urology: History, Current Applications, and Future Directions. *Urology* **2018**, *121*, 3-10. DOI: 10.1016/j.urology.2018.08.004
150. Pawlak, W.; Wieleba, W.; Wróblewski, R. Research of tribological properties of polylactide (PLA) in the 3D printing process in comparison to the injection process. *Tribologia* **2019**, *283* (1), 25-28. DOI:10.5604/01.3001.0013.1432
151. Tino, R.; Moore, R.; Antoline, S.; Ravi, P.; Wake, N.; Ionita, C.N.; Morris, J.M.; Decker, S.J.; Sheikh, A.; Rybicki, F.J.; Chepelev, L.L. COVID-19 and the role of 3D printing in medicine. *3D Print. Med.* **2020**, *6* (1), Art. No. 11. DOI: 10.1186/s41205-020-00064-7

152. Tarfaoui, M.; Nachtane, M.; Goda, I.; Qureshi, Y.; Benyahia, H. 3D Printing to Support the Shortage in Personal Protective Equipment Caused by COVID-19 Pandemic. *Materials* **2020**, *13* (15), Art. No. 3339. DOI: 10.3390/ma13153339
153. Sang, L.; Han, S.; Li, Z. Development of short basalt fiber reinforced polylactide composites and their feasible evaluation for 3D printing applications. *Compos. Part B: Eng.* **2019**, *164*, 629-639. DOI: 10.1016/j.compositesb.2019.01.085
154. Petrovskaya, T.S.; Toropkov, N.E.; Mironov, E.G.; Azarmi, F. 3D printed biocompatible polylactide-hydroxyapatite based material for bone implants. *Mater.* **2018**, *33* (16), 1899-1904. DOI: 10.1080/10426914.2018.1476764
155. Ritz, U.; Gerke, R.; Götz, H.; Stein, S.; Rommens, P.M. A New Bone Substitute Developed from 3D-Prints of Polylactide (PLA) Loaded with Collagen I: An In Vitro Study. *Int. J. Mol. Sci.* **2017**, *18* (12), Art. No. 2569. DOI: 10.3390/ijms18122569.
156. Ezeh, O.H.; Susmel, L.; On the fatigue strength of 3D-printed polylactide (PLA). *Procedia Struct.* **2018**, (9), 29-36. DOI: 10.1016/j.prostr.2018.06.007
157. Paspali, A.; Bao, Y.; Gawne, D.T. The influence of nanostructure on the mechanical properties of 3D printed polylactide/nanoclay composites. *Compos. Part B- Eng.* **2018**, *152*, 160-168. DOI: 10.1016/j.compositesb.2018.07.005
158. Potnuru A, Tadesse T.: Investigation of polylactide and carbon nanocomposite filament for 3D printing. *PIAM* **2019**, *4*, 23-41. DOI: 10.1007/s40964-018-0057-z
159. Cicala, G.; Giordano, D.; Tosto, C.; Filippone, G.; Recca, A.; Blanco, I. Polylactide (PLA) Filaments a Biobased Solution for Additive Manufacturing: Correlating Rheology and Thermomechanical Properties with Printing Quality. *Materials (Basel)* **2018**, *11* (7), 1191. DOI: 10.3390/ma11071191.
160. He, Y.; Qin, S.; Dyer, B.A.; Zhang, H.; Zhao, L.; Chen, T.; Zheng, F.; Sun, Y.; Shi, L.; Rong, Y.; Qiu, J. Characterizing mechanical and medical imaging properties of polyvinyl chloride-based tissue-mimicking materials. *J. Appl. Clin. Med. Phys.* **2019**, *20* (7), 176-183. DOI: 10.1002/acm2.12661.
161. Almousa, R.; Wen, X.; Na, S. A modified polyvinyl chloride surface with antibacterial and antifouling functions. *Polym. Adv. Technol.* **2019**, *30* (5), 1216-1225. DOI: 10.1002/pat.4554
162. Feit, C.G.; Chug, M.K.; Brisbois, E.J. Development of S-Nitroso-N-Acetylpenicillamine Impregnated Medical Grade Polyvinyl Chloride for Antimicrobial Medical Device Interfaces. *ACS Appl. Bio Mater.* **2019**, *2* (10), 4335-4345. DOI: 10.1021/acsbm.9b00593
163. Shumate, A.M.; Taylor, J.; McFarland, E.; Tan, C.; Duncan, M.A. Medical Response to a Vinyl Chloride Release From a Train Derailment: New Jersey, 2012. *Disaster Med. Public Health Prep.* **2017**, *11* (5), 538-544. DOI: 10.1017/dmp.2016.191
164. Arahman, N.; Fahrina, A.; Wahab, M.Y.; Fathanah, U. Morphology and performance of polyvinyl chloride membrane modified with Pluronic F127. *F1000Research* **2018**, *7*, Art. No. 726. DOI: 10.12688/f1000research.15077.2
165. Almousa, R.; Wen, X.; Na, S.; Anderson, G.; Xie, D. Polyvinylchloride surface with enhanced cell/bacterial adhesion-resistant and antibacterial functions. *J. Biomaterials Applications* **2019**, *33* (10), 1415-1426. DOI: 10.1177/0885328219834680
166. Barczewski, M.; Matylkiewicz, D.; Sałasińska, K. Poly (vinyl chloride) powder as a low-cost flame retardant modifier for epoxy composites. *Int. J. Polym.* **2019**, *24* (5), 447-456. DOI: 10.1080/1023666X.2019.1602915
167. Hong, H.R.; Tronstad, Z.C.; Yang, Y.; Green, M.D. Characterization of PVC-soy protein nonwoven mats prepared by electrospinning. *AIChE Journal* **2018**, *64* (7), 2737-2744. DOI: 10.1002/aic.16109
168. Tarus, B.K.; Fadel, N.; Al-Oufy, A.; El-Messiri, M. Effect of polymer concentration on the morphology and mechanical characteristics of electrospun cellulose acetate and poly (vinyl chloride) nanofiber mats. *Alex. Eng. J.* **2016**, *55* (3), 2975-2984. DOI: 10.1016/j.aej.2016.04.025
169. Böttjer, R.; Grothe, T.; Ehrmann, A. Functional Nanofiber Mats for Medical and Biotechnological Applications. In *Narrow and Smart Textiles*; Kyosev, Y.; Mahltig, B.; Schwarz-Pfeiffer, A., Eds.; Springer Cham, Switzerland, **2019**; pp. 203-214.