

Kinga Zastawna

Aplikacja mobilna jako narzędzie poprawiające monitorowanie zakażenia miejsca operowanego

Rozprawa na stopień naukowy doktora nauk medycznych i nauk o zdrowiu
w dyscyplinie nauki medyczne

Promotor: Dr hab. n. med. Łukasz Krowicz

Klinika Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Onkologii Gastroenterologicznej
Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
Kierownik Kliniki: Prof. dr hab. med. Tomasz Banasiewicz



Kolegium Nauk Medycznych
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Poznań, 2021

Spis treści

1. Wykaz stosowanych skrótów.....	5
2. Wstęp	6
2.1 Aplikacja mobilna – charakterystyka i jej zastosowanie w medycynie.....	7
2.2 Badania z wykorzystaniem aplikacji mobilnych w różnych dziedzinach medycyny.....	9
2.3 Proces regeneracji tkanek – gojenie po operacji chirurgicznej.....	10
2.4 Zakażenie miejsca operowanego – definicja i patofizjologia oraz elementy wpływające na jego występowanie.....	12
2.4.1 Czynniki ryzyka dla ZMO występujące w okresie przedoperacyjnym	15
2.4.2 Czynniki ryzyka dla ZMO występujące około- i śródoperacyjnie	19
2.4.3 Czynniki ryzyka dla ZMO występujące w okresie pooperacyjnym	24
2.5 Wykorzystanie aplikacji mobilnych w okresie ograniczonej dostępności do opieki zdrowotnej na przykładzie pandemii Covid-19	25
3. Założenia i cel pracy	26
4. Metodyka	27
4.1 Charakterystyka ogólna	27
4.2 Grupa pacjentów objęta badaniem.....	27
4.3 Wdrożenie aplikacji mobilnej do monitorowania pooperacyjnego	27
4.4 Obsługa aplikacji przez pacjenta	32
4.4.1 Instalacja aplikacji	32
4.4.2 Rozpoczęcie korzystania z aplikacji	32
4.4.3 Wykonanie zdjęcia miejsca operowanego	34
4.4.4 Wysyłanie zdjęć oraz informacji tekstowych zgodnie z założonym schematem	36
4.4.5 Pytania ankietowe po zakończeniu terapii	39
4.5 Obsługa aplikacji przez lekarza	40
4.6 Dodatkowe możliwości aplikacji.....	42
5. Analiza statystyczna	43
6. Wyniki	44
6.1 Porównanie strategii	44
6.2 Demograficzne i kliniczne dane pacjentów, którzy dokonali rejestracji w aplikacji iWound podczas stosowania strategii II (czynnej).	45
6.2.1 Wiek pacjentów	45

6.2.2 Charakterystyka ogólna grupy pacjentów, którzy dokonali rejestracji w aplikacji iWound podczas stosowania strategii II.....	46
6.3 Wykorzystanie możliwości aplikacji	51
6.3.1 Analiza wypełnianego wywiadu.....	51
6.3.2 Analiza ilości wysyłanych zdjęć.....	51
6.3.3 Sytuacje szczególne	52
6.4 Ocena użyteczności aplikacji iWound w okresie pooperacyjnym.....	52
6.4.1 Odsetek pacjentów pozostający w kontakcie zdalnym (za pomocą aplikacji iWound) w zalecanym 30 lub 90 dniowym okresie.	52
6.4.2 Dodatkowe alerty generowane przez lekarza.	53
6.4.3 Ocena użyteczności aplikacji iWound przez pacjentów.....	53
6.5 Analiza występujących czynników ryzyka.....	54
7. Dyskusja	56
7.1 Zasadność zastosowania aplikacji iWound w celu monitorowania ZMO oraz potencjalne korzyści mogące wpłynąć na zminimalizowanie czynników ryzyka.....	56
7.2 Strategia zapraszania pacjentów do korzystania z aplikacji iWound	58
7.3 Określenie grupy docelowej jako element powodzenia stosowania aplikacji iWound w monitorowaniu ZMO	59
7.4 Czynniki wpływające na użyteczność aplikacji mobilnych	60
7.5 Zastosowanie aplikacji w kontekście odpowiedzialności za proces diagnostyczno-leczniczy.	61
7.6 Zastosowanie aplikacji mobilnej jako wspomaganie pracy klinicystów	63
7.7 Przyszłość aplikacji zdrowotnych i telemedycznych.....	64
7.8 Problemy związane z finansowaniem konsultacji przez personel medyczny placówek ochrony zdrowia	65
8. Wnioski.....	66
9. Streszczenie w języku polskim	68
9.1 Wstęp	68
9.2 Cel pracy	68
9.3 Metody	69
9.4 Wyniki	69
9.5 Wnioski.....	69
10. Streszczenie w języku angielskim	71
10.1 Introduction.....	71

10.2 Aim of the study	71
10.3 Methodology	71
10.4 Results.....	72
10.5 Conclusions.....	72
11. Bibliografia	73
12. Spis tabel.....	77
13. Spis rycin	78

1. Wykaz stosowanych skrótów

AI – Sztuczna Inteligencja (ang. Artificial Intelligence)

BMI – Wskaźnik masy ciała (ang. Body Mass Index)

CAD – Diagnostyka wspomagana komputerowo (ang. Computer-Aided Diagnosis)

CDC – Amerykańskie Centrum Zapobiegania i Zwalczenia Chorób (ang. Centers for Disease Control and Prevention)

CHG – chlorheksydyna

ECDC - Europejskie Centrum Zapobiegania i Zwalczenia Chorób (ang. European Centre for Disease Prevention and Control)

ESPEN – European Society for Clinical Nutrition and Metabolism

EWMA – European Wound Management Association

GDFT – celowana indywidualna terapia płynowa (ang. GDFT, *goal directed fluid therapy*)

MRSA – Gronkowiec złocisty oporny na metycylinę (ang. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*)

NICE – National Institute for Health and Clinical Excellence

NFZ – Narodowy Fundusz Zdrowia

NHSN – National Healthcare Safety Network

NRI – Nutritional Risk Index

NRS – Nutritional Risk Score

PI – jodopowidon (ang. povidone iodine)

PDGF – płytkopochodny czynnik wzrostu (ang. platelet-derived growth factor)

POChP – Przewlekła Obturacyjna Choroba Płuc

WHO – Światowa Organizacja Zdrowia (ang. World Health Organization)

ZMO – Zakażenie Miejsca Operowanego (ang. SSI, Surgical Site Infection)

2. Wstęp

Dane zaczerpnięte z zestawień liczbowych lekarzy Naczelnej Izby Lekarskiej (1) mówią, że w Polsce jest 9550 chirurgów (stan na 04.10.2021 r.) a średni wiek chirurga w Polsce, jak podaje portal pulsmedycyny.pl to 59,5 lat. Najliczniejszą grupą wiekową wśród chirurgów jest grupa lekarzy w wieku emerytalnym (2). Zainteresowanie dziedzinami zabiegowymi wśród absolwentów uczelni medycznych znacznie spadło, co powoduje ogromne braki kadrowe w oddziałach chirurgicznych w całej Polsce. Regulacje prawne, dotyczące prowadzenia dokumentacji medycznej, z jednej strony mają zabezpieczyć lekarza przed przykrymi konsekwencjami coraz częściej składanych pozwów w sprawach medycznych, z drugiej jednak redukują czas, który lekarz może poświęcić pracy zgodnej ze swoim pierwotnym wykształceniem. Wymienione powyżej zjawiska powodują znaczne ograniczenie dostępności do leczenia chirurgicznego, zarówno w oddziałach chirurgicznych jak i w leczeniu ambulatoryjnym.

Postępująca komputeryzacja będąca początkowo nadzieją na szybsze i sprawniejsze dokonywanie wpisów oraz przysyłanie informacji zdają się obecnie raczej stwarzać problemy, niż być ich rozwiązaniem. Dzieje się tak, ponieważ oprogramowania komputerowe szpitali i przychodni są skomplikowane, trudne w obsłudze, lub wymagają kosztownych aktualizacji, na które nie mogą sobie pozwolić placówki ochrony zdrowia w Polsce.

Komputeryzacja i digitalizacja są jednak nieuniknione. Ważne zatem jest, aby wykorzystywać te procesy w możliwie jak najlepszym, najprostszym i najskuteczniejszym wymiarze. Twórcy aplikacji na mobilne urządzenia elektroniczne opierają działanie tych oprogramowań właśnie na prostocie oraz intuicyjności. Aplikację powinien umieć obsłużyć każdy, bez względu na stopień wykształcenia czy wiek. W obliczu ograniczonej dostępności do lekarzy ze względu na braki kadrowe lub nierzadko stosunkowo duże odległości dzielące pacjentów od poradni aplikacja mobilna wydaje się być produktem dopasowanym do potrzeb współczesnej służby zdrowia. Pooperacyjna opieka chirurgiczna nad pacjentem w dużej mierze dotyczy opieki nad raną, a zatem obserwacją obrazu skóry, na której chirurg dokonał nacięcia. Bezpośredni kontakt lekarza z pacjentem jest niezbędny, aby przeprowadzić badanie lekarskie, jednak wiele wizyt w poradni chirurgicznej okazuje się sprowadzać do obejrzenia rany i wydania zaleceń. Czy zatem nie można tych czynności wykonać w sposób zdalny, z założenia

mający zająć lekarzowi mniej czasu, a pacjentowi oszczędzić zbędnej podróży do ośrodka zdrowia.

Kiedy powstała aplikacja iWound oraz Klinika Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Onkologii Gastroenterologicznej zaczęła zapraszać pacjentów do korzystania z możliwości zdalnych konsultacji dotyczących ran pooperacyjnych zakładano, że jej głównym celem będzie usprawnienie działania opieki pooperacyjnej oraz kontroli ran o różnej etiologii w warunkach poradnictwa ambulatoryjnego. Mówiono o pewnym potencjale zastosowania aplikacji w krajach, w których odległości dzielące pacjentów od lekarzy są jeszcze większe niż w Polsce, jak np. w krajach Globalnego Południa, gdzie urządzenia elektroniczne typu smartfon stały się stosunkowo tanie i dostępne, ale opieka zdrowotna funkcjonuje na szczególnie niskim poziomie. Nie przewidziano jednak wówczas sytuacji szczególnej, z którą w kolejnych latach miała zmierzyć się ludzkość. Nie przewidziano, epidemii o skali światowej – pandemii Covid-19. We wszystkich krajach rozpoczęto szybkie wprowadzanie konsultacji zdalnych, wykonywanych na odległość. Prawdziwy rozkwit przeżyły oprogramowania do komunikacji, organizacji spotkań internetowych, umożliwiających zakupy internetowe, internetową naukę lub nawet uprawianie sportu. W ten sam sposób rozwinęły się programy dedykowane zdrowiu i medycynie, a aplikacja iWound została znacząco doceniona przez korzystających z niej pacjentów. To właśnie w dobie pandemii Covid-19, aplikacja stała się szczególnie przydatna i można było ocenić jej faktyczną użyteczność.

2.1 Aplikacja mobilna – charakterystyka i jej zastosowanie w medycynie

Aplikacje mobilne to programy na telefony komórkowe typu smartfon, które dzięki swojej intuicyjności i prostocie w obsłudze mają zdobyć jak najszersze grono użytkowników. Ich uniwersalność odzwierciedlona jest w zakresie dziedzin, w których są one z powodzeniem używane. Medycyna stała się jednym z tych pól, na którym ich rozwój wydaje się być niemal nieograniczony.

Postęp komputeryzacji musiał mieć wpływ na rozwój medycyny. Pierwszy smartfon powstał w 1992 roku, jednak minęło niemal 10 lat zanim jego rozwój doprowadził do takiej formy smartfona, która mogłaby służyć jako personalny mini-

komputer (3). Smartfon to technologia, która łączy możliwość bezprzewodowej komunikacji z komputeryzacją w niewielkim, mieszczącym się w dłoni urządzeniu.

Zastosowanie aplikacji medycznych można podzielić w następujący sposób:

1. Dedykowane dla użytkowników niebędących pracownikami ochrony zdrowia (dla osób będących i niebędących osobami chorymi, pacjentami). Do tego rodzaju aplikacji można zaliczyć te, które służą jako dzienniczki np. glikemii, wartości ciśnień, utraty masy ciała, spożywanych kalorii, aktywności fizycznej. W tym przypadku użytkownik takiej aplikacji samodzielnie kontroluje swoje wyniki lub ocenia swoje postępy. Ten typ aplikacji umożliwia prezentację zebranych danych na stacjonarnych wizytach w poradniach lekarskich, dietetycznych lub przy konsultacjach trenerskich.
2. Dedykowane dla pracowników ochrony zdrowia (pielęgniarek, ratowników medycznych, lekarzy):
 - a. Ułatwiające komunikację poprzez rozmowy telefoniczne, video-rozmowy, wymianę informacji tekstowych w obrębie tej samej placówki ochrony zdrowia, wśród pracowników zdrowia o podobnej specjalności, mające na celu umożliwienie wymiany informacji i doświadczeń poprzez udostępnienie narzędzia do wymiany materiałów naukowych w postaci tekstowej jak i wizualnej, oraz do wymiany doświadczeń własnych.
 - b. Udostępniające informacje zdrowotne, np. elektroniczne przesyłanie wyników badań laboratoryjnych, obrazowych, konsultacji.
 - c. Gromadzące i udostępniające aktualną wiedzę medyczną, np. indeksy leków, aktualne wytyczne postępowania w różnych schorzeniach, algorytmy, tabele, mobilne biblioteki publikacji w wersjach elektronicznych.
 - d. Ułatwiające pracę kliniczną – tj. kalkulatory medyczne, przeliczniki dawek, leków, schematy diagnostyczne (4), (5).
3. Integrujące użytkowników będących i niebędących pracownikami ochrony zdrowia. Działanie tego rodzaju aplikacji ma na celu ułatwić komunikację między pracownikiem ochrony zdrowia, a pacjentem. Przykładem takich aplikacji są aplikacje dla diabetyków, w których na podstawie wprowadzanych przez pacjenta wartości glikemii, lekarz może dokonywać zmian dawkowania leków, bez bezpośredniej wizyty pacjenta w gabinecie. Do tego rodzaju

aplikacji należy też aplikacja iWound, której działanie polega na zdalnym analizowaniu zdjęć ran wykonanych przez pacjenta oraz wydawanie zaleceń dotyczących samodzielnego leczenia i pielęgnacji bez wizyty w gabinecie stacjonarnym.

2.2 Badania z wykorzystaniem aplikacji mobilnych w różnych dziedzinach medycyny

Pod koniec pierwszego dziesięciolecia XXI wieku telefon typu smartfon stał się tak dostępny i popularny w społecznościach zachodnich cywilizacji, że można ten czas nazwać początkiem ery smartfonów. Wraz z rozwojem technologicznym urządzeń rozwinęła się gama oprogramowani w postaci mobilnych aplikacji, a dzięki temu możliwość ich zastosowania w wielu gałęziach medycyny. Dowodem na to jest fakt, że obecnie w sklepach z aplikacjami marki iPhone i Google dostępnych jest ponad milion aplikacji medycznych i prozdrowotnych (6).

Wielu pracowników ochrony zdrowia, nie tylko lekarze, ale i pielęgniarki, dietetycy i inni, znaleźli możliwości zastosowania aplikacji mobilnych w ich codziennej pracy.

W przeciągu ostatnich lat powstało wiele artykułów popularnonaukowych, ale i profesjonalnych naukowych doniesień na temat skutecznego wykorzystania tej technologii w medycynie.

John Hopkins Antibiotic Guide i Sanford Guide to Antimicrobial Therapy to przykłady aplikacji, które mają pomóc klinicytom w identyfikacji patogenu wraz ze wskazaniem prawidłowego leczenia (5).

Worringham opisuje zastosowanie stworzonej przez swój zespół aplikacji mobilnej u pacjentów rehabilitowanych po hospitalizacji z powodu incydentu sercowo-naczyniowego. Powodem zastosowania u wybranej grupy chorych aplikacji był brak możliwości uczestnictwa w przeznaczonej dla nich rehabilitacji stacjonarnej w szpitalu. Aplikacja miała możliwość monitorowania jednodoprowadzeniowego EKG, tętna, prędkości oraz śledzenia trasy przebytej przez pacjenta podczas marszu, który był założeniem rehabilitacji pochorobowej. Wszyscy uczestnicy przeprowadzonego badania ukończyli 6-tygodniowy personalizowany plan treningów rehabilitacyjnych. Żaden spośród 134 badanych pacjentów nie miał ostrych objawów wieńcowych w trakcie badania, zatem nie wymagał żadnej pilnej interwencji kardiologicznej. Badanie wykazało, że chorzy po incydencie kardiologicznym czują się bezpieczniej w trakcie

samodzielnej rehabilitacji, jeśli wiedzą, że ich parametry są monitorowane w czasie rzeczywistym przez zespół lekarzy, których poznali podczas przebytej hospitalizacji. Ponadto ta sama grupa badana przyznała, że wiedząc o monitorowaniu swojej rehabilitacji odczuwają większą mobilizację i chęć wykonania zadanych ćwiczeń (7).

Podczas tworzenia podobnej aplikacji, mającej na celu samodzielną rehabilitację pacjentów z Przewlekłą Obturacyjną Chorobą Płuc (POChP) Marshall zwraca uwagę na jeszcze jeden ważny aspekt. Aplikacja mobilna ma pacjentów mobilizować, ale również aktywować do współpracy i niejako przenieść część odpowiedzialności za swoje leczenie na pacjenta. Pacjent sam decyduje o podjęciu lub niepodjęciu aktywności, bez udziału osoby trzeciej, czyli rehabilitanta (8).

Edukacyjne mobilne aplikacje na smartfony znalazły bardzo duże zastosowanie zarówno wśród studentów kierunków medycznych, jak i osób praktykujących zawody medyczne. Ich użytkownicy jednogłośnie podkreślają, że podnoszą one jakość nauki. Dzięki wbudowanym wyszukiwarkom umożliwiają szybkie odnajdywanie informacji, niejednokrotnie w wielu źródłach jednocześnie, co jest niemożliwe, podczas korzystania z tradycyjnych źródeł naukowych takich jak czasopisma czy podręczniki. Współczesna technologia gromadzi też w jednym miejscu materiały wideo oraz animacje komputerowe z powodzeniem wykorzystywane do nauki w dziedzinach, w których przekaz wizualny ma kluczowe znaczenie, m.in. w nauce anatomii, specjalnościach zabiegowych, radiologii czy patomorfologii (9), (10), (11), (12), (13).

2.3 Proces regeneracji tkanek – gojenie po operacji chirurgicznej

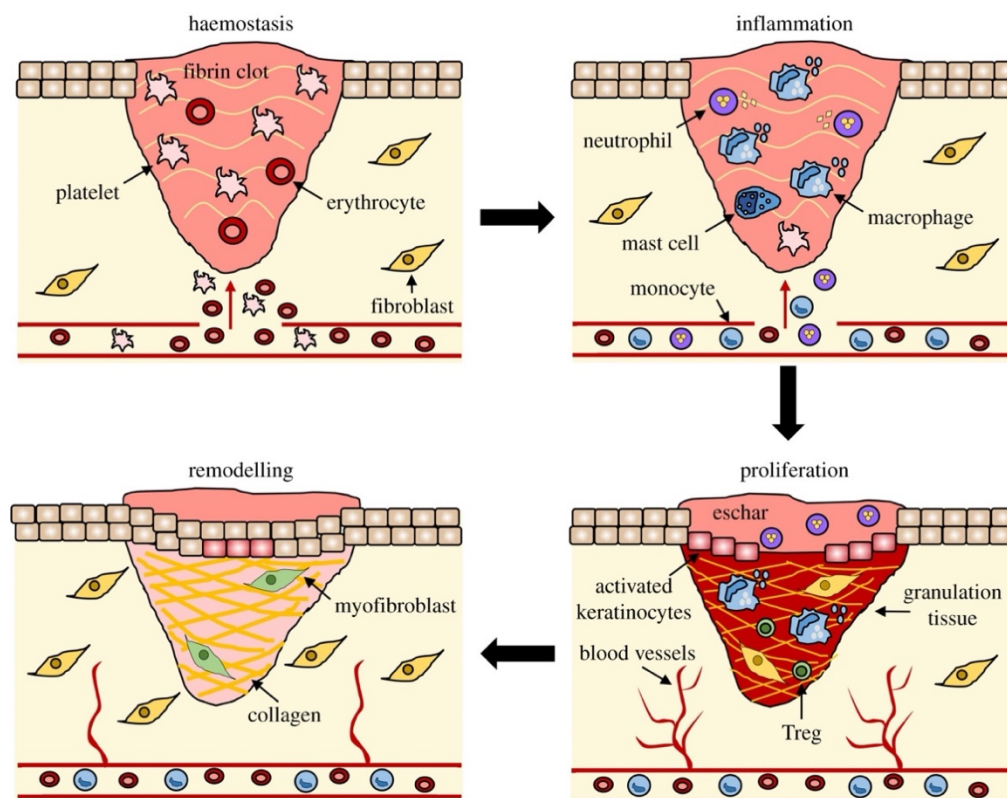
Niezależnie od czynnika, na skutek którego powstała rana, fizjologicznie wyróżnia się cztery fazy gojenia: zapalną, wytwórczą, obkurczania się i przebudowy. Cięcie chirurgiczne powoduje przerwanie ciągłości tkanek, m.in. ścian naczyń krwionośnych. Skutkiem tego jest wynaczynienie się krwi. W przypadku zdrowej tkanki mechanizm zatrzymania krwawienia polega na obkurczeniu się naczyń i powstania skrzepu. Tu rozpoczyna się pierwsza faza gojenia – zapalna, ze wszystkimi swoimi przymiotami: zaczerwienieniem (*rubor*), bólem (*dolor*), podwyższoną temperaturą (*calor*), obrzękiem (*tumor*) i upośledzeniem funkcji (*functio laesa*). Prokoagulacyjne czynniki tkankowe oraz wewnątrznacyniowy kolagen, wraz płytkami krwi, które

w mechanizmie komórkowym odgrywają podstawową rolę zapoczątkowują kaskadę ich aktywacji i zlepiania. Aktywowane płytki uwalniają czynnik von Willebranda, fibrynogen, fibronektynę i trombospondynę. Te z kolei utrzymują hemostazę i są składowymi tymczasowej macierzy zewnątrzkomórkowej. Z punktu widzenia gojenia najważniejszym elementem fazy zapalnej jest wydzielenie płytkowego czynnika wzrostu (PDGF). Ma on zdolność chemotaktycznego przyciągania z krwi monocytów i neutrofilów, oraz fibroblastów z tkanek otaczających ranę. Ponadto w wymienionych komórkach wpływa on na ekspresję nowych genów.

Drugą fazą jest faza wytwórcza, podczas trwania której następuje synteza kolagenu oraz istoty podstawowej. Jednocześnie powstaje naskórek, którego zadaniem jest utrzymanie prawidłowej wilgotności rany oraz wytworzenie mechanicznej bariery dla ewentualnego wniknięcia zanieczyszczeń, a w konsekwencji zakażenia. Jest to proces reepitelializacji, który przy prawidłowo zamkniętych ranach chirurgicznych pozostaje procesem niezauważalnym gołym okiem. Można go dostrzec przy gojeniu owrzodzeń i odleżyn, gdzie istnieje znaczny ubytek tkankowy. Wówczas przyrost nowego naskórka to około 2 mm na dobę. Drugim, elementem powstającym podczas tej fazy gojenia są naczynia krwionośne – niezbędne, aby dostarczać tlen i inne składniki odżywcze do intensywnie dzielących się komórek. Zapoczątkowanie rewaskularyzacji rozpoczyna się na skutek działania czynnika wzrostu śródbłonna naczyniowego, TGF- β , angiogeniny, angiotropiny 1 oraz trombospondyny. Komórki zapalne takie jak mastocyty, limfocyty, i komórki plazmatyczne wspomagają gojenie przez produkcję IL-4 oraz stymulują wytwarzanie kolagenu.

Tak jak rewaskularyzacja oraz reepitelializacja nie są widoczne podczas gojenia rany chirurgicznej, tak samo kolejna faza gojenia – faza obkurczania się może w tym przypadku pozostać niezauważona. Kolor gojącej się tkanki staje się jaśniejszy, ustępuje zaczerwienienie, a sama rana zmniejsza się. W tej fazie kluczowe znaczenia mają fibronektyna oraz kwas hialuronowy, produkowane przez fibroblasty. Fibronektyna umożliwia fibroblastom przenikanie rany. Kwas hialuronowy po pierwsze ułatwia przyleganie komórek i zewnątrzkomórkowej macierzy, po drugie tworzy pory wewnątrz macierzy, co ułatwia proliferację i migrację komórek, a po trzecie, dzięki obecnym na powierzchni komórek receptorom CD44 i RHAMM ułatwia interakcje pomiędzy napływającymi komórkami a macierzą (14), (15).

Ostatnia faza, przebudowa rany, może trwać od kilku tygodni do wielu lat. W tym czasie zmniejsza się gęstość naczyń krwionośnych oraz postępuje regulacja wytworzonej początkowo nadmiernej ilości kolagenu w obrębie rany [Ryc. 1], (16).



Ryc. 1. Cztery fazy gojenia rany. Wilkinson HN, Hardman MJ. 2020 Wound healing: cellular mechanisms and pathological outcomes. Open Biol. 10:200223. <http://dx.doi.org/10.1098/rsob.200223>

2.4 Zakażenie miejsca operowanego – definicja i patofizjologia oraz elementy wpływające na jego występowanie

Zakażenie miejsca operowanego – ZMO (ang. surgical site infection, SSI) to najczęściej występujące powikłanie po operacji, które charakteryzuje się wystąpieniem reakcji zapalnej w obrębie rany powstałej na skutek interwencji chirurgicznej [Ryc. 2]. ZMO może dotyczyć wyłącznie skóry lub skóry oraz głębiej położonych powłok – tkanki podskórnej, mięśni i powięzi. W Stanach Zjednoczonych *Staphylococcus aureus* pozostaje najczęściej stwierdzanym patogenem będącym przyczyną ZMO (30,4%). Gronkowce koagulazo-ujemne stwierdzono u 11,7% pacjentów z ZMO, a *E. coli* i *Enterococcus faecalis* odpowiednio u 9,4% i 5,9% pacjentów (17). W Stanach Zjednoczonych odsetek ZMO notowanych u pacjentów po wszystkich operacjach to 1,9% (18). Dla porównania Szwajcaria deklaruje ZMO u 5,4 % pacjentów (19). Uważa

się, że polskie dane pozostają niedoszacowane, jednak ZMO występuje nawet u 20% pacjentów po niektórych typach zabiegów, głównie zakresu chirurgii kolorektalnej. Zgodnie z założeniami ECDC, aby zdarzenie w postaci powikłanego gojenia można było zakwalifikować jako ZMO, musi ono wystąpić w przeciągu 30 dni od operacji (20).

CDC oraz NHSN szczegółowo rozróżniają zakażenie miejsca operowanego powierzchowne, głębokie oraz obejmujące narządy i jamy ciała według poniższych kryteriów:

- a. ZMO powierzchowne występuje do 30 dni od operacji, przy czym jako dzień 1 uznano dzień operacji. Dotyczy wyłącznie skóry i tkanki podskórnej oraz spełnia jeden z warunków:
 - Stwierdza się ropny wyciek w miejscu nacięcia skóry
 - Stwierdza się obecność patogenów w pobranym materiale mikrobiologicznym
 - Pacjent ma objawy zapalenia miejscowego (wzmoczone ucieplenie w miejscu nacięcia skóry, obrzęk, zaczerwienienie, ból) oraz rana została otwarta przez lekarza, nawet wówczas, gdy nie pobierano materiału do badania mikrobiologicznego
- b. ZMO głębokie dotyczy tkanek miękkich okolicy rany, obejmując mięśnie i powięzi, oraz występuje w przeciągu 30 dni od operacji w przypadku braku zastosowania sztucznego implantu (np. siatki przepuklinowej) lub w przeciągu 90 dni, gdy implant został zastosowany. Ponadto musi spełnić przynajmniej jeden z warunków:
 - Stwierdza się ropny wyciek z głębokiego nacięcia
 - Stwierdza się samoczynne rozejście się rany lub rana została zamierzona otworzona przez chirurga, a u pacjenta stwierdzono gorączkę powyżej 38°C, ropień, ból lub tkliwość w okolicy rany.
- c. ZMO narządowe i jam ciała dotyczy zakażenia organu lub przestrzeni, która nie była otwierana lub operowana w trakcie pierwotnej operacji. Kryteria czasowe wystąpienia ZMO narządowego są takie jak w przypadku zakażenia głębokiego. Ponadto zakażenie narządowe musi spełnić jeden spośród warunków:
 - Stwierdza się ropny wyciek z drenu założonego do jam ciała

- Stwierdza się obecność patogenów w pobranych w sposób jałowy próbkach do badań mikrobiologicznych
- Stwierdza się ropień w badaniu klinicznym, histopatologicznym lub radiologicznym.



Ryc. 2. Zakażenie miejsca operowanego - materiał własny

Rekomendacje dotyczące profilaktyki jak i leczenia ZMO przedstawiły organizacje z całego świata, które zajmują się tą tematyką lub zdrowiem publicznym w ujęciu globalnym. Są to między innymi Światowa Organizacja Zdrowia (WHO, *Global Guidelines for the Prevention of Surgical Site Infection*, 2018), EWMA (European Wound Management Association, *Surgical Site Infections – Preventing and Managing Surgical Site Infections across Health Care Sectors*, 2020), Amerykańskie Centrum Zapobiegania i Zwalczania Chorób (CDC, US Center for Disease Control and Prevention, *Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection*, 2017), oraz brytyjski instytut

NICE (National Institute for Health and Care Excellence, *Surgical site infections: prevention and treatment*, 2019).

W wymienionych powyżej dokumentach opisanych zostało wiele czynników ryzyka dla wystąpienia ZMO. Ze względu na czas wystąpienia w stosunku do operacji można je podzielić na te, które wystąpiły w okresie przedoperacyjnym, w trakcie operacji oraz w okresie pooperacyjnym.

2.4.1 Czynniki ryzyka dla ZMO występujące w okresie przedoperacyjnym

Przedoperacyjna kąpiel pacjenta

Zwykle źródłem infekcji jest własna flora bakteryjna skóry, której obecność jest nieszkodliwa, a nawet korzystna dla osoby zdrowej. Jednak u pacjentów, u których na skutek działania chirurgicznego dochodzi do naruszenia ciągłości skóry oraz głębszych warstw powłok przeniknięcie tych bakterii do rany skutkuje rozwinięciem się ZMO. Wytyczne wymienionych powyżej towarzystw zgadzają się, że kąpiel z użyciem mydła powinna się odbyć w dniu poprzedzającym operację. Ponieważ brak jest wartościowych dowodów na to, że chlorheksydyna znacząco zmniejsza ryzyko wystąpienia ZMO, zespół ekspertów WHO nie wydał zaleceń w stosunku do zastosowania tej substancji podczas kąpieli przedoperacyjnej.

Dekolonizacja nosicielstwa *Staphylococcus aureus*

Patogenem mogącym być źródłem zakażenia miejsca operowanego może być *Staphylococcus aureus*. Ponieważ badania podają, że w niektórych społecznościach europejskich nawet ponad 40% osób może być bezobjawowymi nosicielami szczepów *S. aureus* opornych na metycylinę (MRSA) w przedsionku nosa (21), przed niektórymi typami operacji rekomenduje się rutynową dekolonizację przedsionka nosa poprzez użycie maści z 2 % mupirocyną na kilka dni przed przyjęciem do szpitala.

Przedoperacyjna profilaktyka antybiotykowa

Celem zastosowania profilaktyki antybiotykowej w okresie przedoperacyjnym jest zminimalizowanie ryzyka zakażenia na skutek kontaminacji pola operacyjnego podczas procedury chirurgicznej, zarówno podczas nacięcia skóry jak i otwarcia światła przewodu pokarmowego. Nie

należy jej mylić z antybiotykoterapią stosowaną wówczas, gdy pacjent prezentuje już objawy infekcji. Profilaktyka powinna być stosowana wówczas, gdy stopień zanieczyszczenia pola operacyjnego kwalifikujemy jako czyste lub czyste skażone zgodnie z podziałem czystości pola operacyjnego zaproponowanego przez WHO.

Istotnym elementem poprawnie stosowanej profilaktyki antybiotykowej jest czas jej podania i zależy on przede wszystkim od właściwości farmakokinetycznych danego antybiotyku. Uważa się, że optymalnie antybiotyk powinien być podany przed wykonaniem pierwszego nacięcia chirurgicznego jednak nie wcześniej, niż wynosi okres jego półtrwania. W Polsce najczęściej stosowanym antybiotykiem w profilaktyce okołoperacyjnej jest cefazolina, której okres półtrwania wynosi około 2 godzin, a szczyt stężenia osiągany jest 5 minut po podaniu dożylnym (22).

Profilaktyka antybiotykowa powinna być ograniczona do podania jednorazowej dawki, a jej przedłużenie zaleca się wyłącznie w przypadku znacznej utraty krwi lub przedłużającego się czasu trwania operacji powyżej czasu będącego okresem półtrwania zastosowanego antybiotyku (23).

Przygotowanie jelita

Żadna z organizacji wymienionych powyżej nie zaleca mechanicznego przygotowania jelita, nawet w przypadku planowych operacji kolorektalnych. Nie udowodniono, że taka procedura ma wpływ na ryzyko wystąpienia ZMO. Jednak u chorych, u których istnieje konieczność mechanicznego przygotowania jelita, należy połączyć tą procedurę z jednoczasowym podaniem doustnej antybiotykoterapii.

Przygotowanie żywieniowe oraz suplementacja przedoperacyjna.

Do oceny stanu odżywienia pacjentów przed operacją można użyć dwóch skal. Pierwszą z nich jest NRI (Nutritional Risk Index), równanie wymagające następujących danych dotyczących pacjenta: obecna oraz zalecana masa ciała oraz stężenie albumin w surowicy krwi. Drugą skalą jest NRS-2002 (Nutritional Risk Screening) wprowadzona przez ESPEN (European Society for Clinical Nutrition and Metabolism) i opiera się zmiennych: BMI (Body Mass Index),

nasilenie choroby podstawowej, utrata masy ciała oraz spożywanie pokarmów w okresie siedmiu dni przed operacją.

Mimo, że EWMA wymienia niedożywienie jako jeden z czynników ryzyka dla ZMO, to stowarzyszenie to nie wydało żadnych konkretnych wytycznych postępowania żywieniowego u pacjentów przygotowywanych do operacji. WHO zaleca przedoperacyjną suplementację substancji immunomodulujących takich jak aminokwasy, kwasy omega-2 oraz nukleotydy, ale nie dostarcza badań będących dowodem na wpływ stanu odżywienia na występowanie ZMO. Publikacje CDC i NICE również nie dostarczają wytycznych dotyczących postępowania żywieniowego.

Z innych publikacji jednak oraz z własnego doświadczenia wiadomo, że stan niedożywienia niekorzystnie wpływa na gojenie pooperacyjne. Zarówno w obrębie skóry jak i wykonanych zespoleń jelitowych. Z przeprowadzonego przez E Skeie i wsp. badania w zachodniej Norwegii, w którym oceniono 1194 pacjentów, u których wykonano operację z zakresu chirurgii kolorektalnej wykazano, że wystąpienie ZMO było związane z niedożywieniem ocenionym na podstawie formularza NRS 2002 (24).

Otyłość, tak jak niedożywienie również jest czynnikiem znacznie zwiększającym ryzyko wystąpienia ZMO. Hipoksja obserwowana w gojących się tkankach pacjentów otyłych, pojawia się na skutek niewydolności naczyń krwionośnych, których sieć w obrębie tkanki tłuszczowej jest znacznie uboższa w porównaniu do innych tkanek. Komórki uczestniczące w procesie gojenia mają przy tym bardzo duże wymagania metaboliczne, a przy tym zapotrzebowanie na tlen (25). Okołooperacyjna profilaktyka antybiotykowa może nie być tak skuteczna u osób otyłych ze względu na znacznie zwiększoną objętość dystrybucji. Dawkowanie antybiotyków zwykle nie jest dostosowane do wymiarów ciała pacjentów, co za tym idzie może być niewystarczające (26). Ponadto otyłość jako stan sam w sobie indukuje wystąpienie innych chorób przewlekłych takich jak np. cukrzyca, zaburzających proces gojenia.

Usuwanie owłosienia

Nie zaleca się rutynowego usuwania owłosienia z pola operacyjnego ani samodzielnie przez pacjenta przed operacją, ani przez personel na bloku operacyjnym. Jeżeli jednak zachodzi konieczność usunięcia włosów, procedura

ta powinna być wykonana strzygarką, a nie golarką, która na skutek mikrourazów i możliwej penetracji patogenów w głąb skóry, zwiększa ryzyko wystąpienia ZMO (23), (27), (28).

Palenie tytoniu

Palenie tytoniu ogranicza oksigenację tkanek, a zatem i metaboliczne procesy tlenowe mające kluczowe znaczenie podczas gojenia. Reaktywność chemotaktyczna komórek biorących udział w gojeniu jest osłabiona. Migracja oraz proliferacja fibroblastów są zahamowane, a synteza kolagenu obniżona. WHO wymienia nikotynizm jako czynnik ryzyka wystąpienia ZMO. Zaprzestanie palenia przywraca dotlenienie tkanek, po około 4 tygodniach przywrócona zostaje odpowiedź komórek zapalnych. Jednak mimo rzucenia palenia proliferacja fibroblastów pozostaje zaburzona. Obecność nikotyny wydaje się nie mieć wpływu na mikrośrodowisko tkanek, jednak wiadomym jest, że osłabia stan zapalny (29). EWMA i CDC w opublikowanych dokumentach zaznacza, że rzucenie palenia powinno się odbyć minimum 4 tygodnie przed planowaną operacją (21), (28).

Leczenie immunosupresyjne

Ponieważ brak jest silnych dowodów na to, że leki immunosupresyjne, takie jak metotreksat, inhibitory TNF oraz leki kortykosteroidowe mają znaczący wpływ na ryzyko wystąpienia ZMO, WHO nie zaleca ich odstawiania (27).

Choroby przewlekłe

Przewlekłe choroby współistniejące takie jak cukrzyca, przewlekła obturacyjna choroba płuc oraz choroby sercowo naczyniowe obniżają zdolność tkanek do regeneracji i prawidłowego gojenia. Niezwykle ważna jest zatem współpraca lekarzy prowadzących oraz pacjenta podczas przygotowania do operacji. Dużym zaangażowaniem powinien wykazać się pacjent jako osoba bezpośrednio odpowiedzialna za stan swojego zdrowia, a zatem za regularną samokontrolę, stosowanie się do zaleceń lekarskich, przyjmowanie leków i rehabilitację. Optymalne leczenie chorób przewlekłych może przyczynić się do zmniejszenia podwyższonego już u tych chorych ryzyka wystąpienia ZMO (28).

2.4.2 Czynniki ryzyka dla ZMO występujące około- i śródoperacyjnie

Chirurgiczne mycie rąk

Zgodnie z wytycznymi WHO chirurgiczne mycie rąk powinno odbywać się przy użyciu antybakteryjnego mydła lub środka na bazie alkoholu do chirurgicznej dezynfekcji rąk. Celem tej procedury jest możliwe największe ograniczenie flory przejściowej na rękach personelu zespołu chirurgicznego. Mimo tego, że dowody naukowe mające potwierdzić zmniejszenie ryzyka ZMO poprzez chirurgiczne mycie rąk są ograniczone, to uważa się, że dokładne wykonanie tej procedury ograniczy uwolnienie się flory bakteryjnej skóry zespołu chirurgicznego w przypadku niezamierzonego uszkodzenia rękawiczek. Szczegółowe informacje dotyczące mycia rąk przed operacjami są podane w wytycznych WHO na rok 2018 (27).

Przygotowanie pola operacyjnego

Odpowiednie przygotowanie pola operacyjnego zmniejsza ryzyko wystąpienia ZMO. Jego zadaniem jest zniszczenie patogenów bytujących na skórze pacjenta przed wykonaniem pierwszego nacięcia. Najczęściej stosowanymi środkami do wykonania tej procedury są wodne oraz alkoholowe roztwory jodopowidonu (PI) i chlorheksydyny (CHG). Liczne opracowania rekomendują użycie 2% roztworu chlorheksydyny w 70% roztworze alkoholu izopropylowego (23), (30). Sama technika przygotowania pola operacyjnego jest tematem zainteresowań wielu badaczy, jednak dotychczas nie udowodniono, aby jakikolwiek sposób miał istotną przewagę w ograniczaniu ZMO nad innym. Nie zaleca się stosowania samoprzylepnych folii celem ograniczenia ryzyka wystąpienia ZMO. Nie udowodniono też, aby obłożenia jednorazowe miały przewagę nad wielorazowymi bawełnianymi chustami służącymi do zabezpieczenia pola operacyjnego i zmniejszenia ryzyka ZMO (27).

Sala operacyjna

Mimo, że przez wiele lat odpowiedni poziom higieny i czystość sal operacyjnych nie były doceniane w kontekście zwiększenia ryzyka zakażeń w ogóle, obecnie temat ten zyskuje popularność, a badania dowodzą, że praktyki mające na celu podniesienie poziomu czystości mogą mieć kluczową rolę

w ograniczaniu przenoszenia patogenów na pacjentów operowanych (31). WHO w swoich rekomendacjach opisuje szczegółowo proces sprzątania sali operacyjnej. Ponadto dzieli powierzchnie na kilka kategorii, wedle których sprzątanie powinno się odbywać po każdym pacjencie, lub rzadziej, w zależności od zabrudzenia lub możliwej kontaminacji. Ponadto WHO szczegółowo różnicuje na czym polega dekontaminacja, sterylizacja, dezynfekcja i mycie. Każdy z tych procesów jest dokładnie opisany łącznie z rekomendacjami czasu wykonania procedury, użycia odpowiednich substancji, łącznie z ich stężeniem czy temperaturą używaną w urządzeniach sterylizujących (27).

Utrzymanie homeostazy pacjenta

Utrzymanie homeostazy pacjenta w trakcie operacji leży w zakresie działań zespołu anestezyjologicznego. Homeostaza śródoperacyjna to stan, który przyczynia się do zmniejszenia wszelakich powikłań pooperacyjnych, a także, jak dowiedziono, zmniejsza ryzyko wystąpienia ZMO. Zalecenia WHO dotyczą czterech głównych zagadnień związanych z opieką śród- i pooperacyjną:

- **Normowolemia**

Nadmierna podaż płynów w okresie okołoperacyjnym powoduje obrzęk, szczególnie niekorzystny w miejscu szycia chirurgicznego, zarówno w okolicy zespoleń jak i w miejscu rany chirurgicznej. Ponadto przewodnienie pacjenta doprowadza do upośledzonej dystrybucji tlenu w gojących się tkankach. Z kolei niedostateczna podaż płynów powoduje spadek rzutu serca, a w konsekwencji również niedostateczną oksygenację tkanek. Oba zatem zaniedbania, niedostateczna oraz nadmierna podaż płynów przyczynić się może do zaburzenia gojenia oraz w konsekwencji do wystąpienia zakażenia miejsca operowanego. WHO podkreśla konieczność stosowania indywidualnej płynoterapii w okresie okołoperacyjnym oraz podobnie jak NICE wskazuje możliwość zastosowania celowanej indywidualnej terapii płynowej (ang. GDFT, *goal directed fluid therapy*). GDFT dotyczy podaży płynowej oraz leków inotropowych w oparciu o ocenę parametrów hemodynamicznych. Nie ma jednak istotnych dowodów na to, że GDFT znacząco obniża ryzyko wystąpienia ZMO w porównaniu do standardowej płynoterapii.

- Kontrola glikemii

Stres związany z operacją powoduje ryzyko hiperglikemii zarówno u pacjentów chorujących na cukrzycę jak i u zdrowych. Konsekwencją hiperglikemii w okresie pooperacyjnym jest zwiększona śmiertelność, a także zwiększone ryzyko wystąpienia ZMO. Chociaż kontrola glikemii oraz utrzymanie jej na prawidłowym poziomie nie jest procedurą ani czasochłonną, ani kosztowną, to już zaniedbanie tego aspektu w okresie pooperacyjnym naraża na poważne zwiększenie kosztów hospitalizacji.

CDC rekomenduje utrzymanie glikemii na poziomie poniżej 200mg/dl u wszystkich chorych po operacjach (CDC 2017). WHO zdecydowanie podkreśla konieczność kontroli glikemii w okresie pooperacyjnym, ale nie wyznacza wartości glikemii, które powinny być zachowane u pacjentów. Nie rekomenduje też ram czasowych oraz odstępów czasu w jakim glikemia powinna być intensywnie monitorowana.

- Kontrola temperatury ciała

Hipotermia to obniżenie temperatury głębokiej ciała do poniżej 36°C. Operacja może prowadzić do jej wystąpienia ze względu na szereg występujących czynników, m.in. narażenie pacjenta na przebywanie przez długi czas w klimatyzowanej sali bez okrycia, a zatem poprzez ekspozycję dużych powierzchni skóry na niską temperaturę otoczenia, podczas operacji dochodzi do ekspozycji dużej powierzchni tkanek wewnętrznych. Innym czynnikiem może być podaż dużej ilości chłodnych płynów drogą dożylną oraz zahamowanie centralnych mechanizmów termoregulacji na skutek farmakologicznego działania znieczulenia ogólnego, szczególnie przy długich zabiegach. Zalecenia NICE, które dużo uwagi poświęcają utrzymaniu normotermii w trakcie operacji, wskazują konieczność oceny temperatury głębokiej ciała pacjentów na 60 minut przed zaplanowanym zabiegiem. Badanie to ma na celu ocenić ryzyko wystąpienia hipotermii śródoperacyjnie. WHO rekomenduje ogrzewanie pacjentów przed i śródoperacyjnie, chociaż nie rekomenduje żadnej z metod. Zalecenia NICE są dokładniejsze i wskazują na urządzenia bazujące na ogrzonym powietrzu, by pacjent przed i śródoperacyjnie osiągał temperaturę powyżej 36°C. Ponadto NICE zaleca stosowanie ogrzanych płynów infuzyjnych i płynów

stosowanych do płukania jam ciała. NICE zaleca restrykcyjną kontrolę temperatury ciała pacjenta po operacji co 15 minut, oraz, jeśli to konieczne wstrzymanie przekazanie pacjenta na oddział do momentu osiągnięcia przez pacjenta normotermii.

- Kontrola oksygenacji

WHO zaleca, aby śródoperacyjnie pacjenci wentylowani byli mieszaniną gazów o FiO₂ 80% oraz aby w okresie 2-6 godzin po operacji stosowana była tlenoterapia bierna. NICE w swoich rekomendacjach odnosi się do SpO₂, które w okresie pooperacyjnym nie powinno być niższe niż 95%.

Aspekty dotyczące rany

Z punktu widzenia chirurga, najważniejszym elementem prawidłowego gojenia rany, będzie jej zaopatrzenie. Dowodem na to twierdzenie są liczne badania, analizujące zarówno sam sposób zamknięcia rany chirurgicznej jak i zastosowanie różnych materiałów szewnych. Wszystkie towarzystwa, instytuty oraz organizacje, których tematem zainteresowania jest leczenie ran oraz powikłań pooperacyjnych regularnie wydają aktualizowane zalecenia dotyczące prawidłowego, obciążonego możliwie najmniejszym ryzykiem powikłań zamknięcia rany pooperacyjnej. Analizując rekomendacje WHO, NICE i EWMA, można zauważyć jak wielu aspektów związanych z raną i jej prawidłowym zamknięciem one dotyczą. Mimo, że w porównaniu do samej operacji chirurgicznej, często ratującej życie, prawidłowe zamknięcie rany jest zaledwie niewielkim jej elementem, to wobec wspomnianych rekomendacji staje się ważną i wręcz kluczową dla gojenia procedurą.

W zaleceniach znajdują się następujące elementy:

- Zastosowanie narzędzi ochraniających ranę (ang. *wound protectors*). WHO oraz CDC zgodnie sugerują rozważenie stosowania tego typu materiałów w polu operacyjnym czystym-skażonym, skażonym lub brudnym celem obniżenia ryzyka wystąpienia ZMO, jednak jakość dowodów naukowych jest tutaj bardzo niska. CDC zaleca rozważenie stosowania narzędzi ochraniających ranę z uwzględnieniem lokalnych możliwości finansowych ośrodków chirurgicznych. NICE zwraca uwagę na potrzebę dalszych badań dotyczących tego tematu (27).

- Płukanie rany.
WHO deklaruje, że nie istnieją wystarczające dowody, by zalecać lub nie zalecać płukania rany roztworem soli fizjologicznej w kontekście zmniejszenia ryzyka wystąpienia ZMO, jednak sugeruje, płukanie rany wodnym roztworem jodopowidonu w przypadku operacji w polu operacyjnym czystym lub czystym skażonym. Ponadto WHO sugeruje, by nie wykonywać płukania ran chirurgicznych roztworami antybiotyków celem zmniejszenia ryzyka ZMO (27). Rekomendacje NICE mówią, aby nie stosować płukania ran w ogóle (23).
- Profilaktyczna terapia podciśnieniowa (ang. *prophylactic negative pressure wound therapy*).
WHO sugeruje stosowanie profilaktycznej terapii podciśnieniowej u dorosłych pacjentów z wysokim ryzykiem ZMO celem jego zmniejszenia. Badania dowodzą korzyści z zastosowania terapii podciśnieniowej, jednak jakość dowodów pozostaje niska. CDC podkreśla, że urządzenia do terapii podciśnieniowej mogą być niedostępne ze względu na ich wysokie koszty. Zaleca się zatem by inne zabiegi prewencyjne w stosunku do ZMO były rozważane priorytetowo (27).
- Szwy chirurgiczne.
WHO zaleca stosowanie antybakteryjnych nici chirurgicznym pokrytych triclosanem niezależnie od typu operacji i skażenia pola operacyjnego. Niskiej i średniej jakości dowody podają, że użycie takich szwów może mieć znaczący wpływ na zmniejszenie ryzyka wystąpienia ZMO. CDC zwraca jednak uwagę, że jedynie wchłanialne szwy zostały objęte badaniami. Ponadto nie są dostępne badania dotyczące innych środków antybakteryjnych impregnujących nici chirurgiczne (27). Zalecenia NICE są jednorodne z zaleceniami WHO, jednak NICE podkreśla, że efekt związany ze zmniejszeniem ryzyka ZMO może być ograniczony wyłącznie do niektórych typów operacji (23).
- Profilaktyka antybiotykowa w kontekście stosowanie drenów.
WHO sugeruje, że długość stosowania okołoperacyjnej profilaktyki antybiotykowej nie powinien być zależny od czasu utrzymania drenu. Ponadto dren powinien być usuwany wtedy, gdy zaistnieją kliniczne

wskazania oraz nie istnieją dowody pozwalające na stworzenie zaleceń dotyczących czasu utrzymania drenów celem zapobiegania rozwojowi ZMO. Zalecenia CDC są tożsame z zaleceniami WHO (27).

2.4.3 Czynniki ryzyka dla ZMO występujące w okresie pooperacyjnym

Opieka nad raną pooperacyjną i zastosowanie opatrunków

Opatrunek, zakładany na ranę niezwłocznie po zakończeniu operacji ma na celu ochronę mechaniczną miejsca operowanego, np. przed zabrudzeniem zewnętrznym, chłoniąc ewentualny wysięk z rany oraz dodatkowo podtrzymywać brzegi rany. Zarówno WHO jak i NICE rekomendują wykonać pierwszą zmianę opatrunku po 48 godzinach od momentu zakończenia właściwej procedury chirurgicznej. Niezwykle ważne jest utrzymanie odpowiedniej higieny podczas zmiany opatrunków. NICE zaleca stosowanie tzw. procedury „no-touch”, której główną zasadą jest unikanie dotykania opatrunku oraz miejsca operowanego rękoma bez rękawiczek. Celem jak najbardziej efektywnego unikania zwiększania ryzyka ZMO całą procedurę zmiany opatrunku należy przeprowadzać z zachowaniem należytej antyseptyki oraz przy utrzymaniu jałowości używanych narzędzi oraz świeżych opatrunków. NICE rekomenduje stosowanie opatrunków interaktywnych, tj. takich, które utrzymują prawidłową wilgotność oraz temperaturę środowiska rany. Pierwsza pooperacyjna kąpiel pacjenta powinna odbyć się wówczas, gdy opatrunek zmieniany jest po raz pierwszy, zatem po wspomnianych powyżej 48 godzinach. Gdy jednak zajdzie potrzeba wcześniejszej zmiany opatrunku (np. wówczas, gdy jest on zabrudzony, lub przesiąknięty) nie zaleca się stosowania substancji przeciwdrobnoustrojowych celem płukania i przemywania rany. Rekomendacje mówią o stosowaniu roztworu soli fizjologicznej przez pierwsze 48 godzin, natomiast po upływie tego czasu, w przypadku ran otwierających się, z wyciekami ropnymi dopuszcza się stosowanie wody wodociągowej (23), (27).

WHO nie rekomenduje stosowania opatrunków specjalistycznych (np. hydrokoloidowych lub srebrnych) w zaopatrywaniu chirurgicznych ran pooperacyjnych celem zmniejszenia ryzyka wystąpienia ZMO. Nie wykazano, aby stosowanie tych opatrunków dawało lepsze efekty

w porównaniu ze zwykłymi opatrunkami chłonnymi, jednak jakość dowodów naukowych branych pod uwagę w tym zaleceniu jest niska (27).

2.5 Wykorzystanie aplikacji mobilnych w okresie ograniczonej dostępności do opieki zdrowotnej na przykładzie pandemii Covid-19

W czasie, kiedy przygotowywano się do tworzenia aplikacji iWound, nikt nie spodziewał się tak nadzwyczajnych okoliczności, które związane były z pandemią koronawirusa Sars-CoV-2. WHO podaje, że do chwili obecnej niemal potwierdzono 250 milionów zakażeń wśród ludzi, a ponad 5 milionów osób zmarło (32).

W erze doskonalącej się w zawrotnym tempie medycyny wraz ze wszystkimi jej elementami takimi jak profilaktyka, diagnostyka i leczenie niewielu z nas przypuszczało, że epidemia o takiej skali może mieć miejsce. Całkowicie zmieniła ona większość dotychczas znanego nam trybu życia. Wprowadzone zostały restrykcje, które wielu wydawały się być próbą ograniczania ich wolności, jednak z epidemiologicznego punktu widzenia służyły mniej lub bardziej wydolnie zapewnieniu minimum bezpieczeństwa. Technologia „smart” – urządzeń bezprzewodowych, mogących w szybki sposób łączyć się z Internetem, a także wspomagać codzienne funkcjonowanie stała się jeszcze bardziej powszechna i szybko dostosowała się do panujących warunków. Grupa użytkowników znacznie poszerzyła się, czemu sprzyjał dłuższy czas spędzany w domach oraz konieczność rozwiązywania prozaicznych problemów jak np. opłacanie rachunków, zakupy, etc. w sposób zdalny.

Medycyna, choć nie zawsze w sposób udolny oraz pomimo wielu sprzeciwów zarówno ze strony pacjentów jak i pracowników służby zdrowia, dotrzymała kroku rozwijającej się technologii. W meta-analizie przeprowadzonej przez Asadzadeh A i wsp. analizującej wyniki badań dotyczących zastosowania zdrowotnych aplikacji medycznych wysunięto wniosek, że tzw. technologia „m-Health”, czyli mobilnych oprogramowań na urządzenia elektroniczne odgrywa pozytywną rolę podczas pandemii Covid-19 (33). Z kolei badanie przeprowadzone we wschodnich Chinach przez Hong Z. i wsp. dowodzi, że telemedyczne aplikacje mobilne, które znacznie rozwinęły się po wybuchu pandemii Covid-19 okazały się skuteczne, przydatne i akceptowane przez użytkowników (34).

3. Założenia i cel pracy

1. Określenie grupy pacjentów, będących kandydatami na użytkowników telemedycznej aplikacji mobilnej do monitorowania zakażenia miejsca operowanego iWound oraz strategii informacyjnej mającej na celu dotarcie do pacjentów.
2. Ocena funkcjonalności aplikacji pod kątem kompleksowości jej wykorzystania przez pacjenta.
3. Weryfikacja użyteczności aplikacji w zalecany przez WHO i CDC okresie nadzoru pooperacyjnego pod kątem wystąpienia ZMO.
4. Określenie częstości występowania ZMO oraz grup ryzyka u pacjentów hospitalizowanych w Klinice Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Onkologii Gastroenterologicznej

4. Metodyka

4.1 Charakterystyka ogólna

Badanie wykonano w okresie od 01.01.2020 do 28.02.2021 r. w Klinice Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Onkologii Gastroenterologicznej Szpitala Klinicznego im. H. Świącickiego w Poznaniu, której kierownikiem jest prof. dr hab. Tomasz Banasiewicz. W dokumentacji elektronicznej pozyskiwanej przy użyciu aplikacji mobilnej obserwowano wpływ jej użycia na poprawę monitorowania zakażenia miejsca operowanego u pacjentów Kliniki. Analiza dokumentacji została wykonana po uzyskaniu zgody Komisji ds. Etyki i Dobrych Obyczajów w Nauce Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu.

4.2 Grupa pacjentów objęta badaniem

Obserwacją objęto losowo wybranych pacjentów, u których podczas hospitalizacji wykonano nacięcie skóry, którzy podczas hospitalizacji otrzymali formularz udostępniający skorzystanie z aplikacji w okresie pooperacyjnym. Z badania wykluczono pacjentów, u których podczas hospitalizacji wykonano operacje z zakresu chirurgii proktologicznej.

4.3 Wdrożenie aplikacji mobilnej do monitorowania pooperacyjnego

Podczas pierwszych dwóch miesięcy trwania badania zauważono bardzo niski odsetek odpowiedzi pacjentów na zaproszenie do monitorowania ZMO za pomocą aplikacji i Wound. Zdecydowano zatem o całkowitej zmianie strategii zapraszania pacjentów do uczestnictwa w programie monitorowania ZMO.

Strategia I

W okresie od 01.01.2020 r. do 29.02.2020 r. losowo wybranym pacjentom, przyjętym do Kliniki Chirurgii celem wykonania procedury z nacięciem skóry powłok brzusznych lub szyi wręczano formularz z kodem w momencie przyjęcia do szpitala [Ryc. 3]. Formularz wręczany był przez lekarza pracującego w poradni przyklinicznej, danego dnia odpowiedzialnego za przyjęcia pacjentów do Kliniki.

Strategia II

W okresie od 01.03.2020 r. do 28.02.2021 r. losowo wybranym pacjentom, przyjętym do Kliniki Chirurgii celem wykonania procedury z nacięciem skóry powłok brzusznych lub szyi wręczano formularz z kodem w momencie wypisu ze szpitala [Ryc. 3]. Poza zmianą czasu, w którym pacjent otrzymywał formularz, zastosowano dodatkowe czynności:

- a. za wydanie pacjentowi formularza odpowiedzialny był lekarz prowadzący, który wydawał pacjentowi kartę informacyjną (niezależnie od stażu zawodowego, stopnia naukowego i pełnionej funkcji). Wręczeniu formularza pacjentowi towarzyszył krótki ustny przekaz dotyczący zaproszenia do zainstalowania aplikacji, najlepiej w dniu wypisu po przyjeździe do domu lub dnia następnego, oraz sposobu w jaki powinien wykonywać zdjęcia. W momencie wręczania formularza, każdy pacjent został szczegółowo poinformowany, że oprócz korzystania z telekonsultacji przy pomocy aplikacji iWound ma prawo do stacjonarnej opieki lekarskiej w ramach Poradni Chirurgicznej w miejscu zamieszkania lub w poradni przyklinicznej. Każdy pacjent otrzymał skierowanie do Poradni Chirurgicznej.
- b. na odwrocie formularza umieszczono zalecenia pielęgnacji rany w okresie poszpitalnym [Ryc. 4].
- c. w holu głównym Kliniki Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Onkologii Gastroenterologicznej umieszczono plakat informacyjny dla pacjentów [Ryc. 5].
- d. jednocześnie prowadzono webinary dedykowane pacjentom oraz lekarzom innych specjalności, w tym lekarzom rodzinnym, w których informowano o stosowanej metodzie monitorowania ZMO u pacjentów Kliniki.

Jednorazowy kod dostępu służący instalacji aplikacji na urządzeniu elektronicznym przeciwdziałał logowaniu się do systemu osób postronnych lub niezwiązanych z hospitalizacją w Klinice, np. po znalezieniu wyrzuconego lub zgubionego przez pacjenta formularza.

Każdy pacjent został poinformowany, że aplikacja iWound służy wyłącznie do konsultacji dotyczących miejsca operowanego, oraz że na pytanie nie dotyczące gojenia pooperacyjnego nie będą udzielane odpowiedzi.

Lekarze, ani żaden inny personel Kliniki nie uczestniczył w instalowaniu aplikacji na telefonach komórkowych pacjentów.



iWound

Drogi Pacjencie,

Otrzymałeś właśnie kod dostępu do innowacyjnej platformy telemedycznej iWound, dzięki której możesz uzyskać konsultację w terapii rany, przeprowadzoną przez specjalistę leczenia ran. Prosto, bez wychodzenia z domu i czekania w kolejce.

Twój jednorazowy kod dostępu do aplikacji:



Jak skorzystać z aplikacji iWound?

- Pobierz na swój telefon **bezpłatną aplikację iWound** w sklepie Play (na urządzenia z systemem Android) lub **iWound by Polmedi** w sklepie App Store (na urządzenia z systemem IOS).
- Podczas pierwszego logowania do aplikacji **iWound**, wybierz opcję: **„Rejestracja z kodem”** i postępuj zgodnie z informacjami widocznymi na ekranie urządzenia (podaj adres e-mail oraz hasło do aplikacji). Numer PESEL służy wyłącznie do jednoznacznej identyfikacji Twojej osoby w iWound i nie będzie on nikomu udostępniony.
- Po zalogowaniu, odpowiedz na pytania będące **wywiadem przygotowującym do konsultacji**, po których przejdziesz do opisu rany.
- **Zrób zdjęcia rany** – tylko zgłoszenia ze zdjęciem ma szansę na podjęcie terapii przez konsultanta.
- Pierwsza terapia powinna zostać podjęta przez specjalistę **w ciągu 24 godzin** od przekazania przez pacjenta pełnych danych.
- **Aplikacja iWound** jest intuicyjna i prosta w obsłudze jak obsługa SMS. Na podstawie jednego kodu możesz podjąć jedną terapię rany z konsultantem.
- **Sprawdź, czy czegoś nie dodać** – w każdej chwili możesz wejść w swoją terapię i zobaczyć co w niej jest. Jeżeli uważasz, że należy coś dodać, możesz to zrobić w każdej chwili, korzystając z opcji oznaczonej przyciskiem ANDROID lub iPhone znajdującym się na dole ekranu.

Aplikacja iWound może wspomóc proces leczenia. Pamiętaj jednak, że żadna aplikacja nie może zastąpić bezpośredniego kontaktu z lekarzem. Jeżeli zauważysz u siebie niepokojące objawy, niezwłocznie zwróć się do lekarza!



iWound

Ryc. 3. Formularz rejestracyjny z jednorazowym kodem

Szanowny Pacjencie,

Jeśli czeka Cię operacja, to zachowaj tę ulotkę, która pozwoli Ci prawidłowo pielęgnować okolicę operowaną po wyjściu ze szpitala.

Zmiana opatrunku

Pamiętaj, aby opatrunek zmieniać 1-2 razy dziennie, lub częściej, gdy ten ulegnie ubrudzeniu lub przemoczeniu.

- Przed zmianą opatrunku należy dobrze umyć ręce.
- Opatrunek zdejmuj delikatnie, tak, aby odklejający się plaster nie podrażnił delikatnej skóry okolicy operowanej.
- Wyrzuć stary opatrunek.
- Teraz możesz umyć całą okolicę operowaną. Nie obawiaj się moczenia rany podczas kąpieli pod prysznicem. Woda najlepiej usunie resztki kleju od starego opatrunku oraz pot i złuszczonego naskórka naturalnie gromadzące się pod opatrunkiem. Nie jest zalecane jednak leżenie w wannie.
- Po kąpieli delikatnie dotykając ręcznikiem osusz skórę okolicy operowanej. Unikaj pocierania skóry.
- Przed nałożeniem świeżego opatrunku spryskaj brzegi rany delikatnym środkiem dezynfekującym do stosowania na skórę (np. Octenisept). Unikaj środków na bazie alkoholu, wody utlenionej lub ichtiolu – te substancje silnie podrażniają skórę i nie powinny być stosowane podczas rutynowej zmiany opatrunku w domu.
- Teraz możesz przystąpić do nałożenia nowego opatrunku. Tutaj najważniejsze jest, aby nie dotykać powierzchni opatrunku, który będzie przylegał do rany. Postaraj się więc nakładać opatrunek tak, aby zminimalizować ryzyko zakażenia, dotykając jedynie brzegów i części klejącej.

Kiedy należy usunąć szwy?

- Szwę ze skóry tułowia zwykle zdejmujemy po 10-14 dniach od operacji. Jednak to lekarz podczas wypisu ze szpitala poinformuje Cię, kiedy należy udać się do poradni by usunąć szwy.

Czy na ranę należy nakładać maści lub kremy?

- Nie. Jeśli rana goi się prawidłowo, nie należy stosować żadnych dodatkowych środków.

Czy moja rana goi się prawidłowo?

- Objawy nieprawidłowego gojenia się rany to zaczerwienienie, ból, obrzęk oraz wyciek płynu z rany. Jeśli zauważysz takie objawy powinieneś skontaktować się z lekarzem.

Jako Zespół Kliniki wiemy, że często niełatwo jest skontaktować się z lekarzem, gdy jest to konieczne – kolejki, odległość od poradni chirurgicznej to tylko dwa z czynników, które mogą utrudnić lub odwleć niezbędną konsultację.

Dlatego zapraszamy wszystkich pacjentów do korzystania z aplikacji na smartfony iWound! Dzięki niej Pacjenci czują się bezpieczniej, gdy chodzi o pielęgnację rany po wyjściu ze szpitala, a lekarze kontrolują proces leczenia aż do wygojenia się rany. Szczegóły na odwrocie.

Ryc. 4. Zalecenia dotyczące pielęgnacji rany, zawarte na odwrocie formularza rejestracyjnego



iWound

Szanowny Pacjencie!

Jeśli czeka Cię operacja i martwisz się tym co będzie z Twoją raną pooperacyjną, to my jako Zespół Kliniki Chirurgii, już na etapie przyjęcia do Szpitala pragniemy zapewnić Cię, że tylko od Ciebie zależy, czy pozostaniesz z nami w kontakcie! Proponujemy Ci narzędzie, którym jest aplikacja na telefon komórkowy.



Jak z niej skorzystać?



- Przy przyjęciu Lekarz w Poradni wręczy Ci ulotkę
- Po operacji odwiedzi Cię członek zespołu iWound i odpowie na wszystkie Twoje pytania dotyczące działania aplikacji
- Założysz profil pacjenta w aplikacji odpowiadając na kilka pytań dotyczących Twojej rany
- Zrobisz zdjęcie, a my zajmiemy się Twoją raną tak długo jak będzie to konieczne!

autor: Julia Zygmunt

Ryc. 5. Plakat umieszczony na korytarzu Kliniki Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Onkologii Gastroenterologicznej podczas trwania badania

4.4 Obsługa aplikacji przez pacjenta

4.4.1 Instalacja aplikacji

Aby skorzystać z aplikacji pacjent lub członek jego rodziny musi posiadać telefon typu smartfon z oprogramowaniem Android lub iOS. Zainstalowanie aplikacji polega na ściągnięciu aplikacji ze sklepu, odpowiednio Play lub App Store i wpisaniu jednorazowego kodu zawartego w formularzu. Zarówno ściągnięcie aplikacji ze sklepu z aplikacjami, jak i jej zainstalowanie jest bezpłatne dla pacjenta.

4.4.2 Rozpoczęcie korzystania z aplikacji

Po zainstalowaniu aplikacji iWound pacjent lub członek jego rodziny zobowiązany jest do udzielenia odpowiedzi na pytania początkowe. Jest to konieczne do pełnego korzystania z aplikacji, a brak odpowiedzi na pytania skutkuje brakiem możliwości korzystania z aplikacji.

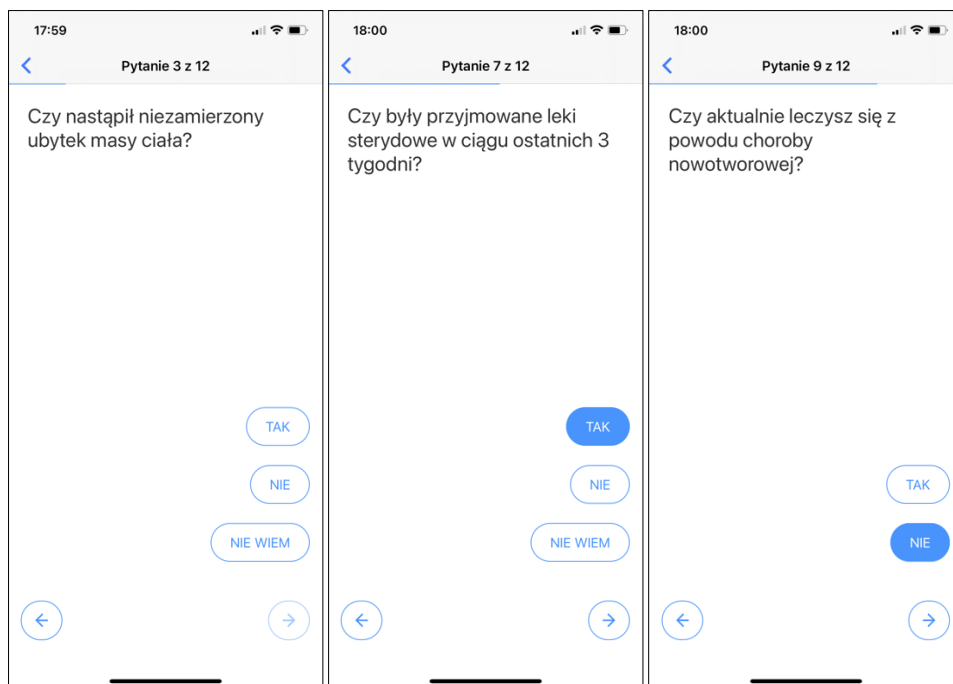
Odpowiedzi na pytania mają na celu uwiarygodnienie pacjenta (lekarz prowadzący terapię ma możliwość zweryfikowania danych podanych przez pacjenta z informacjami, które zawarte są w dokumentacji z hospitalizacji). Ponadto pytania dotyczą znanych czynników mogących wpływać na proces gojenia w obrębie miejsca operowanego.

Pytania, na które musi odpowiedzieć pacjent po zainstalowaniu aplikacji:

1. Proszę podać wagę ciała w kilogramach.
2. Proszę podać wzrost w centymetrach.
3. Czy nastąpił niezamierzony ubytek masy ciała?
4. Czy cierpisz na choroby układu krążenia wymagające leczenia i stosowania leków?
5. Czy cierpisz na cukrzycę?
6. Jeśli cierpisz na cukrzycę, to czy stosujesz insulinę?
7. Czy były przyjmowane leki sterydowe w ciągu ostatnich 3 tygodni?
8. Czy palisz papierosy?
9. Czy aktualnie leczysz się z powodu choroby nowotworowej?

10. Czy podczas operacji zastosowano u Ciebie implant (np. siatkę przepuklinową)?
11. Proszę podać datę operacji.
12. Proszę podać datę wypisu ze szpitala.

Pytania 3-10 mają charakter zamknięty i wyłącznie trzy możliwości odpowiedzi: TAK, NIE lub NIE WIEM [Ryc. 6], [Ryc. 7].



Ryc. 6. Wygląd graficzny aplikacji zarejestrowanej na telefonie komórkowym pacjenta wraz z przykładowymi pytaniami

temu

Wywiad przedoperacyjny
wysłany

Utworzył: pacjent

09.03.2021,
godz 19:41

7 miesięcy temu

Podaj wagę ciała w kilogramach: **53**;

Podaj wzrost w centymetrach?: **164**;

Czy nastąpił niezamierzony ubytek masy ciała?: **TAK**;

Czy cierpisz na choroby układu krążenia wymagające leczenia i stosowania leków?: **NIE**;

Czy cierpisz na cukrzycę?: **NIE**;

Jeśli cierpisz na cukrzycę, to czy stosujesz insulinę?: **NIE**;

Czy były przyjmowane leki sterydowe w ciągu ostatnich 3 tygodni?: **NIE**;

Czy palisz papierosy?: **NIE**;

Czy aktualnie leczysz się z powodu choroby nowotworowej?: **NIE**;

Czy podczas operacji zastosowano u Ciebie implant (np. siatkę przepuklinową)? **NIE**;

Proszę podać datę operacji: **19.02.2021**;

Proszę podać datę wypisu: **08.03.2021**;

Edytuj

08.03.2021 - [Podaj datę wypisu](#)

[Zakończ terapię](#)

Zdjęcia










Pobrana dokumentacja

Dokumentacja nie była jeszcze pobierana

Powiadomienia

Minęły 3 dni od wyp... | wysłane | 11-03-2021 19:43

Proszę odpowiedzieć ... | wysłane | 11-03-2021 19:46

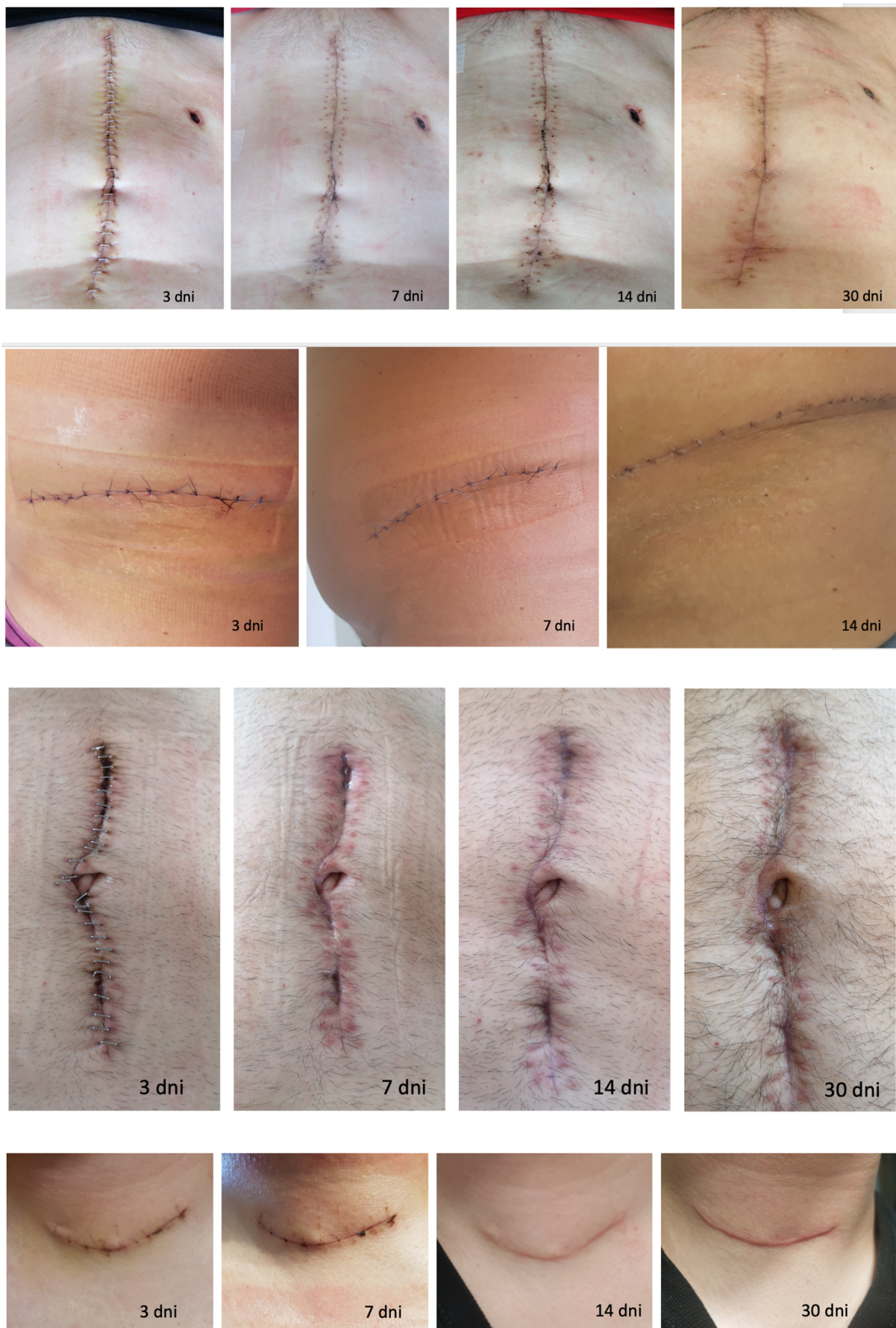
Minęło 7 dni od wyp... | wysłane | 15-03-2021 19:43

Proszę odpowiedzieć ... | wysłane | 15-03-2021 19:46

Ryc. 7. Wygląd graficzny aplikacji z perspektywy lekarza. Wywiad wypełniony przez pacjenta

4.4.3 Wykonanie zdjęcia miejsca operowanego

Sposób wykonania zdjęcia miejsca operowanego jest wyjaśniony pacjentowi przez lekarza prowadzącego w momencie zaproszenia do skorzystania z aplikacji iWound. Zdjęcie powinno obejmować kadrem całe miejsce operowane. Nie powinno natomiast pokazywać twarzy pacjenta ani całej jego sylwetki. Za każdym razem fotografia powinna być wykonywana w podobnym świetle (np. dziennym), w możliwie podobnej odległości telefonu od miejsca operowanego, oraz w podobnej pozycji chorego. Ponadto orientacja telefonu komórkowego z funkcją aparatu powinna być jednoraka podczas każdego wykonywanego zdjęcia [Ryc. 8].



Ryc. 8. Przykładowe sekwencje fotografii wysyłanych przez pacjentów przy pomocy aplikacji iWound

4.4.4 Wysyłanie zdjęć oraz informacji tekstowych zgodnie z założonym schematem

Data wypisu ze szpitala uzupełniona w aplikacji przez pacjenta generuje powiadomienia typu „push” w postaci wiadomości tekstowej oraz sygnału dźwiękowego telefonu, dzięki którym pacjent pamięta o konieczności przesłania zdjęć oraz odpowiedzi na pytania dotyczące gojenia miejsca operowanego odpowiednio w 3,7,14 oraz 30 dniu od dnia wypisu ze szpitala. W przypadku pacjentów, którzy na pytanie: „Czy podczas operacji zastosowano u Ciebie implant (np. siatkę przepuklinową)?” udzielili odpowiedzi twierdzącej, ostatnie przypomnienie o konieczności przesłania zdjęcia pojawi się w 90 dniu po wypisie ze szpitala.

Pytanie wysłane w 3, 7, 14 oraz 30 lub 90 dniu od daty wypisu ze szpitala:

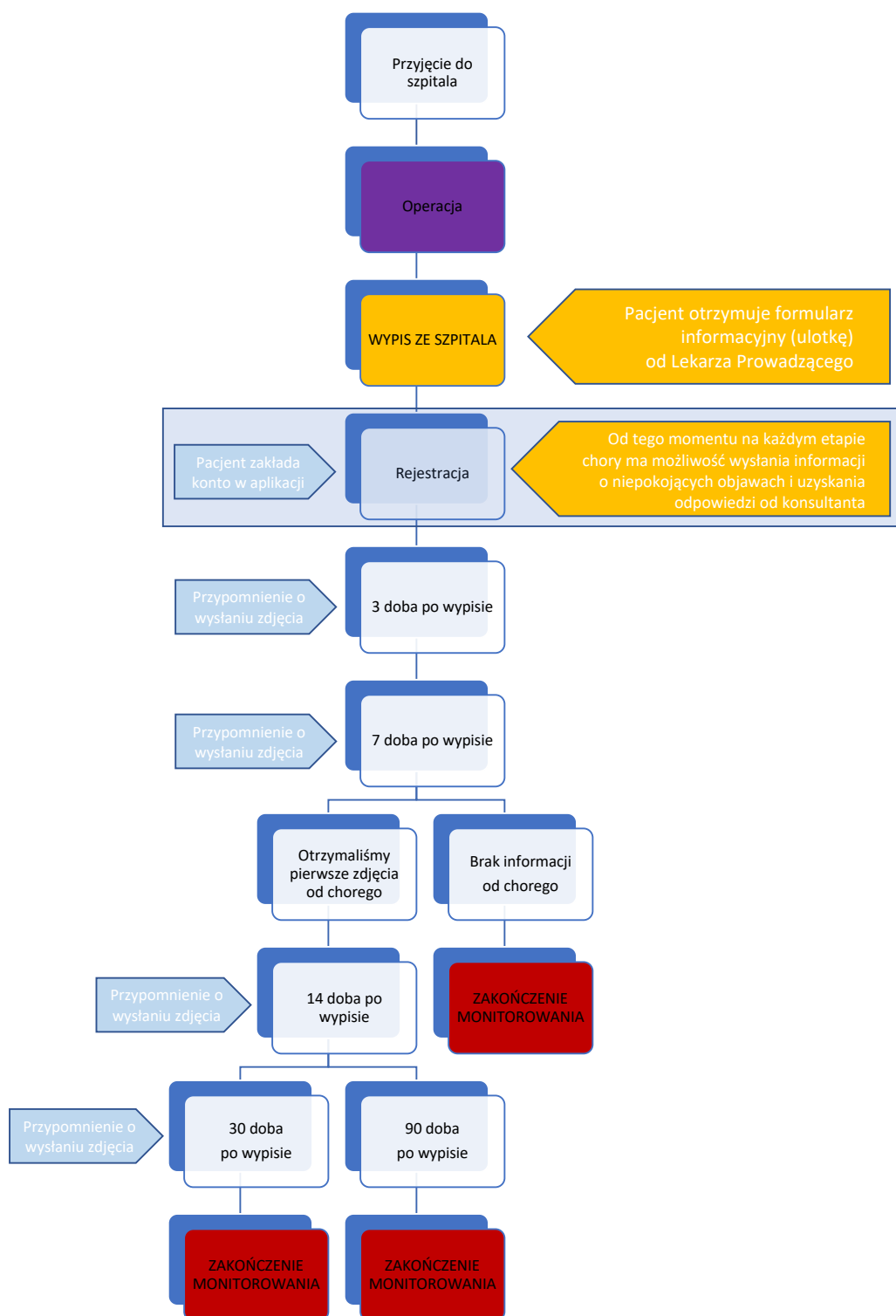
Czy uważasz, że Twoja rana goi się prawidłowo?

Powyższe pytanie ma charakter zamknięty i trzy możliwe odpowiedzi: TAK, NIE, NIE WIEM [Ryc. 9].



Ryc. 9. Wygląd graficzny aplikacji z perspektywy lekarza. Pytania wraz z odpowiedziami wypełnionymi przez pacjenta.

Za datę „zero”, czyli tą, od której aplikacji odlicza kolejne dni wysyłając przypomnienia o konieczności wysłania zdjęć przyjęto dzień wypisu, jako że w tym dniu pacjenci otrzymują formularz. Data ta nie jest tożsama z datą operacji, od której zgodnie z tzw. protokołem sztokholmskim odlicza się 30 lub 90 dni, w przeciągu których rozpoznaje się zakażenie miejsca operowanego. W trakcie trwania badania uznano jednak, że korzystne ze względu na ocenę gojenia oraz ujednolicenie czasu otrzymywania fotografii (pierwszy raz w 3 dniu po wypisie ze szpitala), a także ze względu na wygodę pacjenta (z założenia pacjent zapoznaje się z formularzem po dotarciu do domu, gdy stres i emocje związane z hospitalizacją spadają) będzie uznanie daty wypisu jako tej, od której liczono dni okresu pooperacyjnego.



Ryc. 10. Graficzny schemat działania aplikacji zgodny z założeniami strategii II - czynnej.

4.4.5 Pytania ankietowe po zakończeniu terapii

Celem oceny zadowolenia pacjenta z korzystania z aplikacji i takiej formy komunikacji z lekarzem oddziału, w którym przebył hospitalizację każdorazowo po zakończeniu terapii po 30 lub 90 dniach od wypisu ze szpitala aplikacja w sposób analogiczny do powiadomień o konieczności wykonania zdjęcia, automatycznie wysyła pytania ankietowe o następującej treści:

1. Czy jest Pan/i zadowolony z korzystania z aplikacji?
2. Czy poleciłby Pan/i korzystanie z aplikacji innym pacjentom?
3. Czy czuł się Pan/i bezpiecznie mając możliwość korzystania z aplikacji?

Pacjent podobnie jak w trakcie całej terapii ma możliwość udzielenia odpowiedzi: TAK, NIE lub NIE WIEM [Ryc. 11], [Ryc. 12].

The image displays three sequential screenshots of a mobile application interface, each showing a survey question. The first screenshot, titled 'Ankieta 3 dni po wyp...', shows the question 'Czy uważasz, że Twoja rana goi się prawidłowo?' with the response 'NIE WIEM'. The second screenshot, titled 'Ankieta 14 dni po wy...', shows the same question with the response 'NIE WIEM'. The third screenshot, titled 'Ankieta końcowa dla...', shows three questions: 'Czy jest Pan/i zadowolony z korzystania z aplikacji?' (TAK), 'Czy poleciłby Pan/i korzystanie z aplikacji innym pacjentom?' (TAK), and 'Czy czuł się Pan/i bezpiecznie mając możliwość korzystania z aplikacji?' (TAK). Each screenshot includes a timestamp and a status bar at the top.

Ryc. 11. Wygląd graficzny aplikacji zarejestrowanej na telefonie komórkowym pacjenta. Pytania dotyczące gojenia rany oraz ankieta końcowa

Ankieta końcowa dla terapii pooperacyjnej

Utworzył: pacjent

16.12.2020, godz 21:14

10 miesięcy temu

Czy jest Pan/i zadowolony z korzystania z aplikacji?: TAK;

Czy poleciłby Pan/i korzystanie z aplikacji innym pacjentom?: TAK;

Czy czuł się Pan/i bezpiecznie mając możliwość korzystania z aplikacji?: TAK;

Edytuj

Ryc. 12. Wygląd graficzny aplikacji z perspektywy lekarza. Ankieta końcowa

4.5 Obsługa aplikacji przez lekarza

W przeciwieństwie do pacjenta, który obsługuje aplikację z poziomu telefonu komórkowego typu smartfon, panel lekarski dostępny jest wyłącznie przy użyciu komputera [Ryc. 13]. Lekarzem prowadzącym terapię przy użyciu aplikacji iWound w założeniu autorów projektu dla Kliniki Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Onkologii Gastroenterologicznej nie musi być lekarz, który prowadził leczenie chorego w ramach hospitalizacji, jednak lekarz obsługujący aplikację musi być pracownikiem Kliniki.

Wiadomość od pacjenta

Utworzył: pacjent

24.09.2020, godz 23:29
rok temu

Dodano zdjęcia

Utworzył: pacjent

24.09.2020, godz 18:51
rok temu

Wiadomość od konsultanta

Utworzył: Kinga Zastawna

21.09.2020, godz 15:07
rok temu

Dodano zdjęcia

Utworzył: pacjent

18.09.2020, godz 21:57
rok temu

Dodano zdjęcia

Utworzył: pacjent

15.09.2020, godz 21:57
rok temu

Dodano zdjęcia

Utworzył: pacjent

13.09.2020, godz 21:32
rok temu

Wywiad przedoperacyjny wysłany

Utworzył: pacjent

11.09.2020, godz 16:21
rok temu

Data operacji

26.08.2020 - Podaj datę operacji

Implant

NIE

Data wypisu

10.09.2020 - Podaj datę wypisu

Zakończ terapię

Zdjęcia

Ryc. 13. Wygląd graficzny aplikacji z perspektywy lekarza. Panel podstawowy pacjenta.

Na skutek udzielenia przez pacjenta odpowiedzi na pytania oraz wysłania zdjęcia miejsca operowanego lekarz prowadzący otrzymuje wiadomość mailową na skrzynkę powiązaną z aplikacją. W zależności od zaznaczonej przez pacjenta odpowiedzi, wiadomość przesłana automatycznie na skrzynkę mailową lekarza ma niski (gdy pacjent udzielił odpowiedzi „TAK”) lub wysoki (gdy pacjent udzielił odpowiedzi „NIE” lub „NIE WIEM”) priorytet.

Lekarz prowadzący ocenia otrzymane fotografie i odczytuje wiadomości. Odpowiada na pytania dotyczące gojenia w obrębie miejsca operowanego. Ma prawo do wydawania i zmiany zaleceń w zależności od stanu widocznego na przesłanych fotografiach. Nie odpowiada oraz nie ustosunkowuje się do pytań niezwiązanych z terapią pooperacyjną miejsca operowanego.

Lekarz prowadzący zobowiązany jest odczytywać zawartość skrzynki co najmniej 3 razy w tygodniu. Na wypadek okoliczności uniemożliwiających lekarzowi odebranie wiadomości od pacjenta lub w wypadku, kiedy lekarz nie może podjąć się konsultacji pacjenta, istnieje możliwość przekazania terapii innemu lekarzowi. Ponadto aplikacja daje możliwość udostępnienia terapii innemu lekarzowi celem konsultacji [Ryc. 14].



Ryc. 14. Wygląd graficzny aplikacji z perspektywy lekarza. Możliwość przekazania oraz udostępnienia terapii.

4.6 Dodatkowe możliwości aplikacji

Przez cały okres pooperacyjny obejmujący 30 dni u pacjentów bez zastosowanego implantu oraz 90 dni u pacjentów z implantem obie strony terapii, tj. pacjent oraz lekarz prowadzący mają możliwość kontaktu. Oprócz zdjęć miejsca operowanego oraz odpowiedzi na pytania generowane przez aplikację, w dowolnym momencie pacjent może wysłać dodatkowe zdjęcia, oraz dodatkowe wiadomości. Lekarz natomiast może wysłać prośbę o dodatkowe zdjęcia lub informacje, jeśli uzna, że te, wysyłane zgodnie ze schematem nie wystarczają do oceny progresji gojenia lub leczenia. Ponadto na każdym etapie lekarz zachowuje prawo do odstąpienia od leczenia w formie telekonsultacji i ma możliwość poinformowania pacjenta o konieczności planowej lub pilnej konsultacji w placówce stacjonarnej [Ryc. 15].



Ryc. 15. Wygląd graficzny aplikacji z perspektywy lekarza. Możliwość wysłania prośby o dodatkowe fotografie.

5. Analiza statystyczna

Analizę statystyczną przeprowadzono z wykorzystaniem oprogramowania Statistica 13.7 (TIBCO Software Inc, Palo Alto, Kalifornia, USA).

Do opracowania danych liczbowych i jakościowych wykorzystano elementy statystyki opisowej. Zmienne ilościowe opisano za pomocą średniej, odchylenia standardowego oraz mediany. Zmienne jakościowe opisano przez liczbę przypadków w danej kategorii oraz procent (%), a różnice dotyczące cech opisanych w skali nominalnej zbadano stosując test Chi-kwadrat oraz test U Manna Whitneya. Zgodność z rozkładem normalnym oceniono za pomocą testu Shapiro-Wilka.

Za istotną statystycznie uznano wartość współczynnika $p \leq 0,05$.

6. Wyniki

6.1 Porównanie strategii

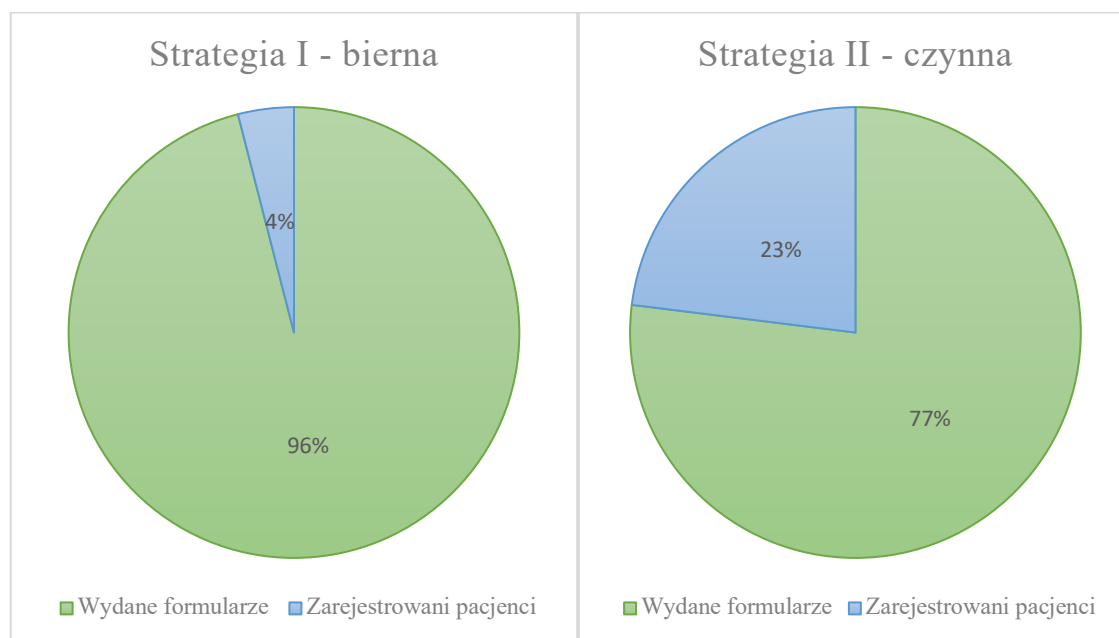
Porównanie skuteczności strategii I (biernej) oraz strategii II (czynnej).

- Strategia I – bierna

Wydano 50 formularzy rejestracyjnych ($n_1=50$), zarejestrowało się 2 pacjentów ($x_1=2$).

- Strategia II – czynna

Wydano 157 formularzy rejestracyjnych ($n_2=157$), zarejestrowało się 47 pacjentów ($x_2=47$).



Ryc. 16. Schemat kołowy przedstawiający odsetek pacjentów zarejestrowanych w stosunku do wszystkich pacjentów zaproszonych do zainstalowania aplikacji iWound. Porównanie strategii I i II

Ze względu na bardzo niski odsetek zarejestrowanych pacjentów podczas stosowania strategii I, nie analizowano tej grupy pod względem dalej następujących wartości.

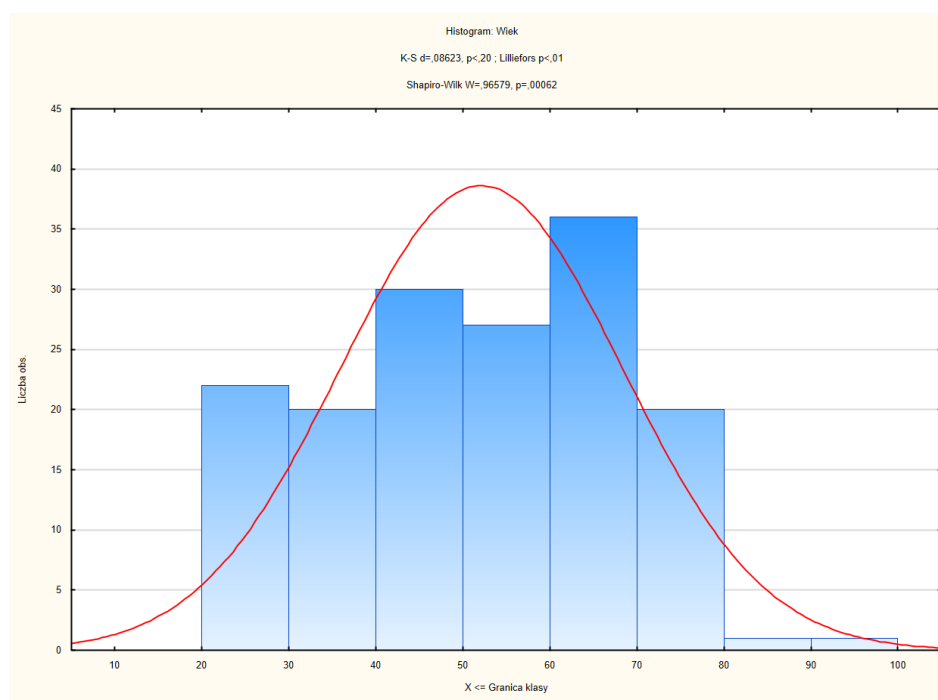
6.2 Demograficzne i kliniczne dane pacjentów, którzy dokonali rejestracji w aplikacji iWound podczas stosowania strategii II (czynnej).

6.2.1 Wiek pacjentów

Analizę rozpoczęto od przeprowadzania testu Shapiro-Wilka. Efekt wyliczeń prezentuje tabela [Tabela. 1] oraz rycina [Ryc. 17]. Otrzymane wyniki pozwalają stwierdzić, że rozkład wieku pacjentów biorących udział w badaniu nie jest rozkładem normalnym.

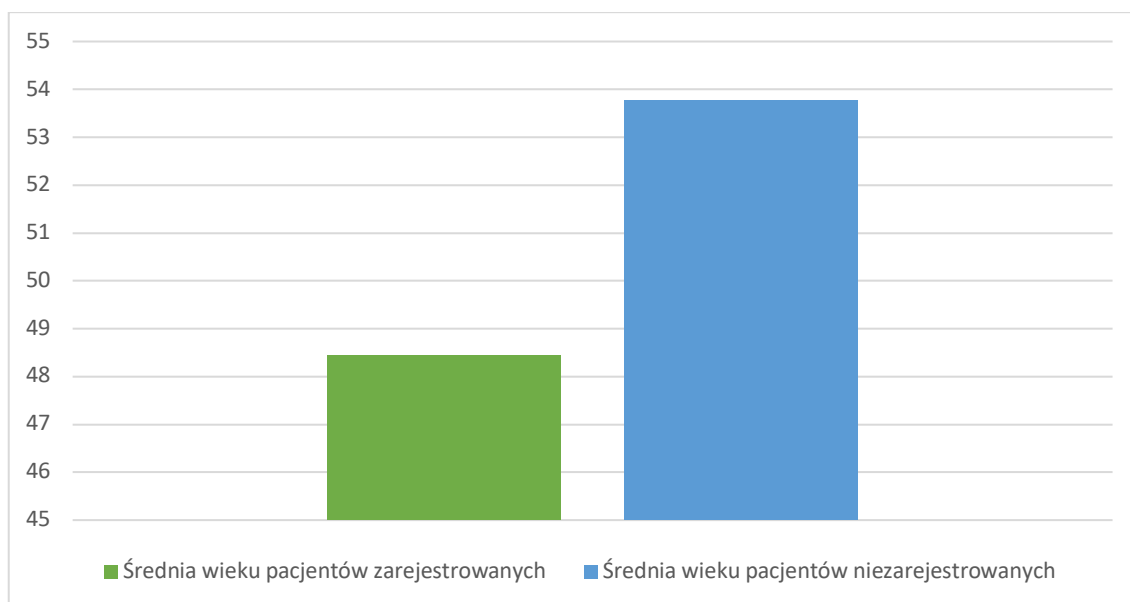
Tabela 1. Dane statystyczne dla zmiennej: wiek.

Zmienna	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe
Wiek	52,13376	53,0000	22,0000	93,0000	16,22245



Ryc. 17. Histogram przedstawiający rozkład wieku pacjentów zaproszonych do zainstalowania aplikacji iWound podczas realizacji strategii II. Rozkład nie ma cech rozkładu normalnego.

Porównano średnią wieku w grupie pacjentów, którzy zarejestrowali się (średnia wieku 48,44 lat) i nie zarejestrowali się (średnia wieku 53,76 lat) w aplikacji iWound, jednakże różnica ta nie jest istotna statystycznie ($p=0,07$), co sprawdzono za pomocą testu statystycznego U Manna-Whitneya.



Ryc. 18. Porównanie graficznej średniej wieku pacjentów, którzy zarejestrowali się i nie zarejestrowali się w aplikacji iWound.

6.2.2 Charakterystyka ogólna grupy pacjentów, którzy dokonali rejestracji w aplikacji iWound podczas stosowania strategii II [Tabela. 2], [Ryc. 18].

Tabela 2. Charakterystyka ogólna

Płeć	Kobiety	Mężczyźni
	88 (56%)	69 (44%)
Charakter choroby	Choroba nowotworowa	Choroba nienowotworowa
	45 (29%)	112 (71%)
Rozległość operacji	Operacja mała	Operacja duża
	98 (62%)	59 (38%)
Pilność operacji	Operacja planowa	Operacja ostrodyżurowa
	139 (89%)	18 (11%)



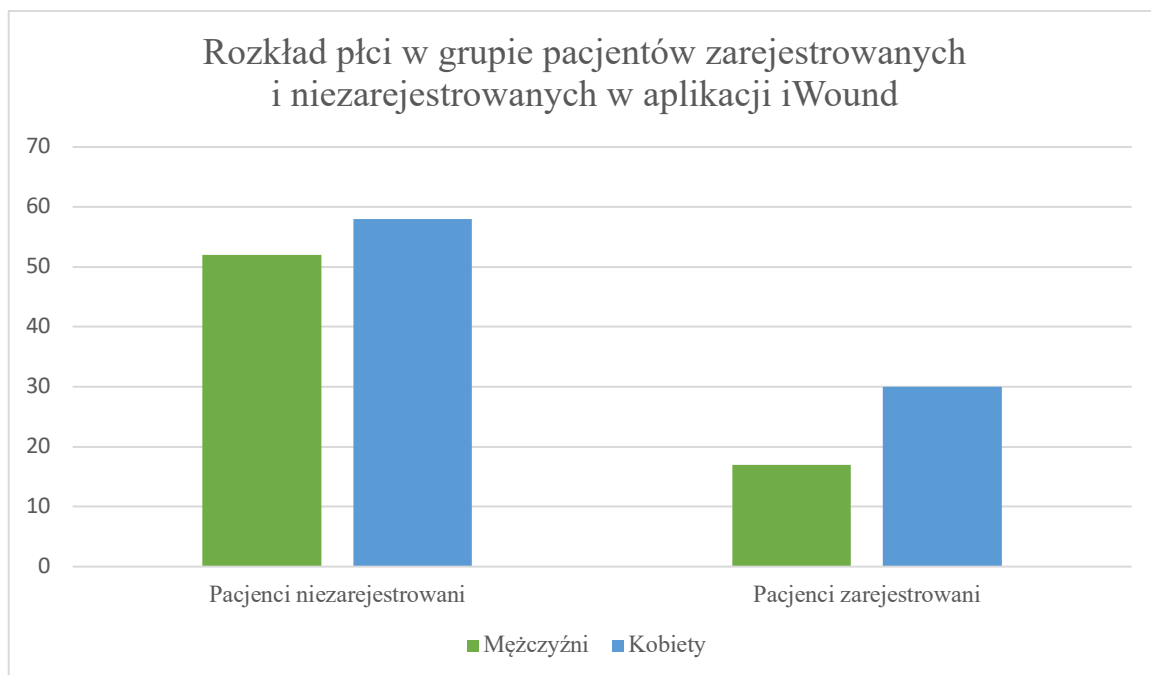
Ryc. 19. Diagramy kołowe przedstawiające stosunek odsetka wymienionych zmiennych

I. Rozkład liczby pacjentów ze względu na płeć.

Wyniki testu Chi-kwadrat z poprawką Yatesa ($p = 0,26781$), przy przyjętym poziomie istotności ($\alpha = 0,05$) wskazują na brak zależności pomiędzy rejestrowaniem się w aplikacji iWound, a płcią pacjenta. [Tabela 3], [Ryc. 19].

Tabela 3. Rozkład płci

	Mężczyzna	Kobieta	Razem
Pacjenci niezarejestrowani	52	58	110
Pacjenci zarejestrowani	17	30	47
Ogół	69	88	157
% ogółu	43,95%	56,05%	100,00%



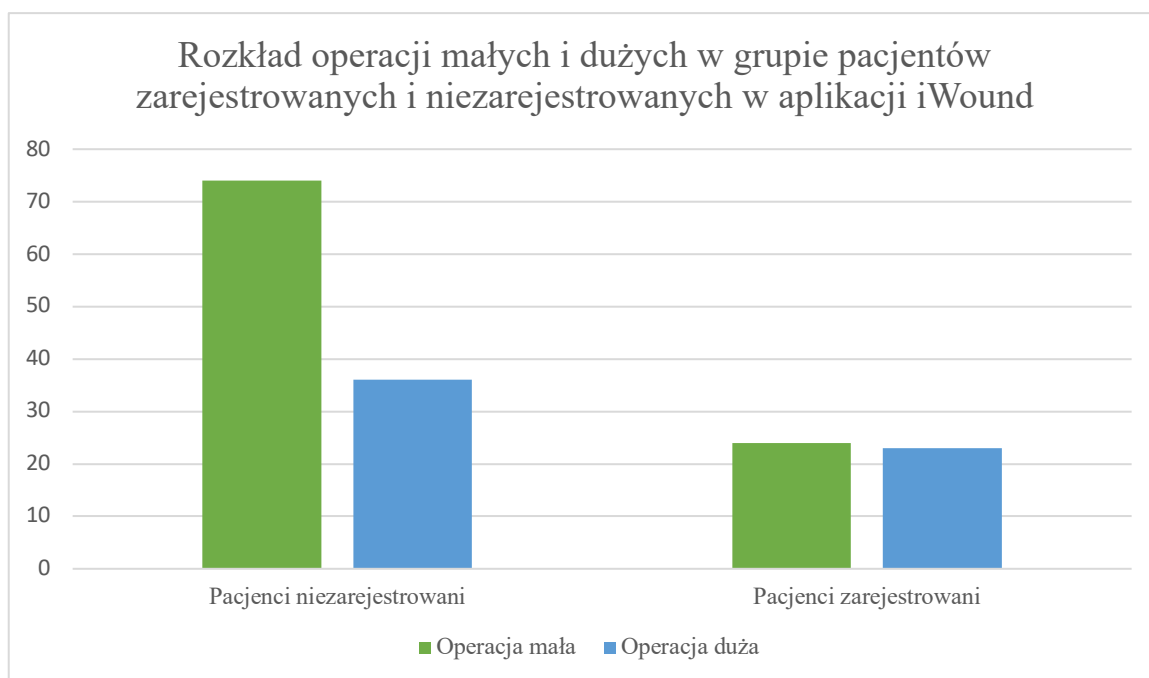
Ryc. 20. Wykres rozkładu płci w grupie pacjentów zarejestrowanych i niezarejestrowanych w aplikacji iWound

II. Rozkład liczby pacjentów ze względu na rozległość operacji.

Wyniki testu Chi-kwadrat z poprawką Yatesa ($p = 0,08176$), przy przyjętym poziomie istotności ($\alpha = 0,05$) wskazują na brak zależności pomiędzy rejestrowaniem się w aplikacji iWound, a rozległością przebytej operacji. [Tabela 4], [Ryc. 20].

Tabela 4. Rozkład ze względu na rozległość operacji

	Operacja mała	Operacja duża	Razem
Pacjenci niezarejestrowani	74	36	110
Pacjenci zarejestrowani	24	23	47
Ogół	98	59	157
% ogółu	62,42%	37,58%	100,00%



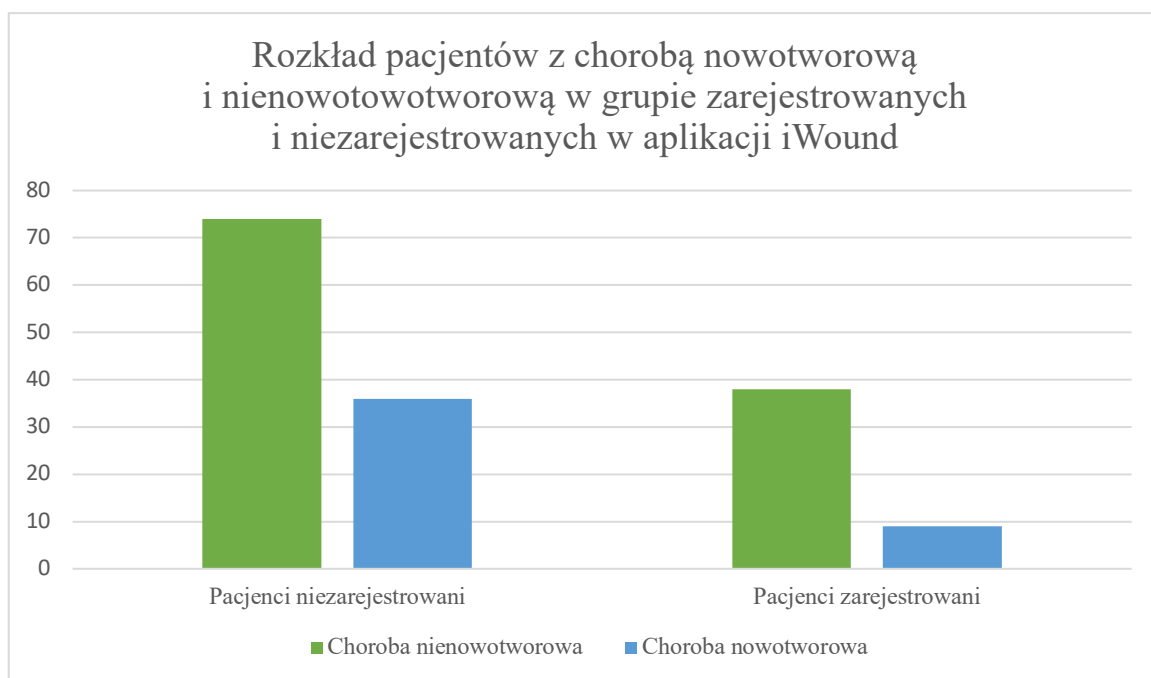
Ryc. 21. Wykres rozkładu operacji małych i dużych w grupie pacjentów zarejestrowanych i niezarejestrowanych w aplikacji iWound

III. Rozkład liczby pacjentów z chorobą nowotworową i nienowotworową.

Wyniki testu Chi-kwadrat z poprawką Yatesa ($p = 0,1259$), przy przyjętym poziomie istotności ($\alpha = 0,05$) wskazują na brak zależności pomiędzy rejestrowaniem się w aplikacji iWound, a charakterem nowotworowym lub nienowotworowym choroby podstawowej [Tabela 5], [Rycina 21].

Tabela 5. Rozkład pacjentów z chorobą nowotworową i nienowotworową.

	Choroba nienowotworowa	Choroba nowotworowa	Razem
Pacjenci niezarejestrowani	74	36	110
Pacjenci zarejestrowani	38	9	47
Ogół	112	45	157
% ogółu	71,34%	28,66%	100,00%



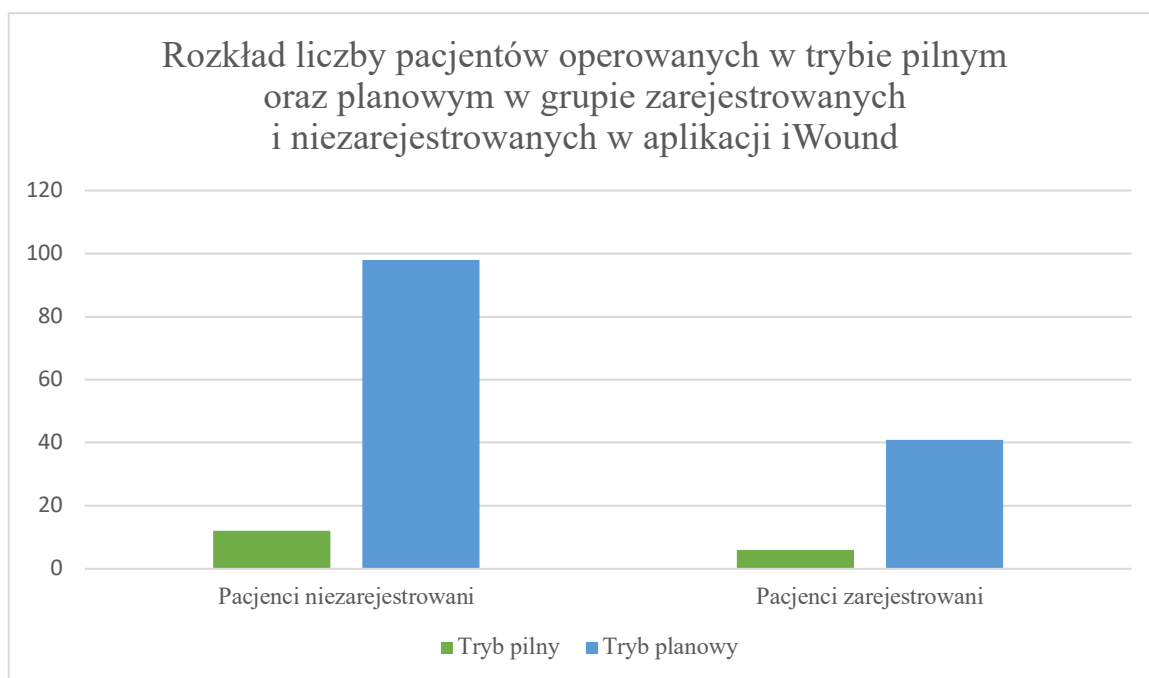
Ryc. 22. Wykres rozkładu pacjentów z chorobą nowotworową i nienowotowotworową w grupie zarejestrowanych i niezarejestrowanych w aplikacji iWound

IV. Rozkład liczby pacjentów ze względu na tryb operacji.

Wyniki testu Chi-kwadrat z poprawką Yatesa ($p = 0,95139$), przy przyjętym poziomie istotności ($\alpha = 0,05$) wskazują na brak zależności pomiędzy rejestrowaniem się w aplikacji iWound, a trybem operacji pilnym lub planowym. [Tabela 6], [Ryc. 22].

Tabela 6. Rozkład trybu operacji

	Tryb pilny	Tryb planowy	Razem
Pacjenci niezarejestrowani	12	98	110
Pacjenci zarejestrowani	6	41	47
Ogół	18	139	157
% ogółu	11,46%	88,54%	100,00%



Ryc. 23. Wykres rozkładu liczby pacjentów operowanych w trybie pilnym oraz planowym w grupie zarejestrowanych i niezarejestrowanych w aplikacji iWound

6.3 Wykorzystanie możliwości aplikacji

6.3.1 Analiza wypełnianego wywiadu

Spośród 47 pacjentów ($n_1=47$), którzy zarejestrowali się w aplikacji iWound, 2 osoby ($n_2=2$) nie wypełniły wywiadu w sposób kompletny. Wywiad został wypełniony w sposób prawidłowy przez 95,7% pacjentów

6.3.2 Analiza ilości wysyłanych zdjęć

Spośród wszystkich pacjentów zarejestrowanych w aplikacji ($n_1=47$), 3 osoby nie wysłały żadnego zdjęcia, pomimo wypełnionego wywiadu ($n_2=3$). Średnia ilość wysyłanych zdjęć to 8,5. Odsetek pacjentów prawidłowo korzystających z aplikacji (prawidłowe wysyłanie zdjęć i informacji dotyczących rany – 93,6%.

Pozostałe dane statystyczne przedstawiono w tabeli [Tabela 7].

Tabela 7. Dane statystyczne dla zmiennej: ilość wysyłanych zdjęć

Zmienna	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	SD
Ilość zdjęć	8,53	5	0	58	8,32

6.3.3 Sytuacje szczególne

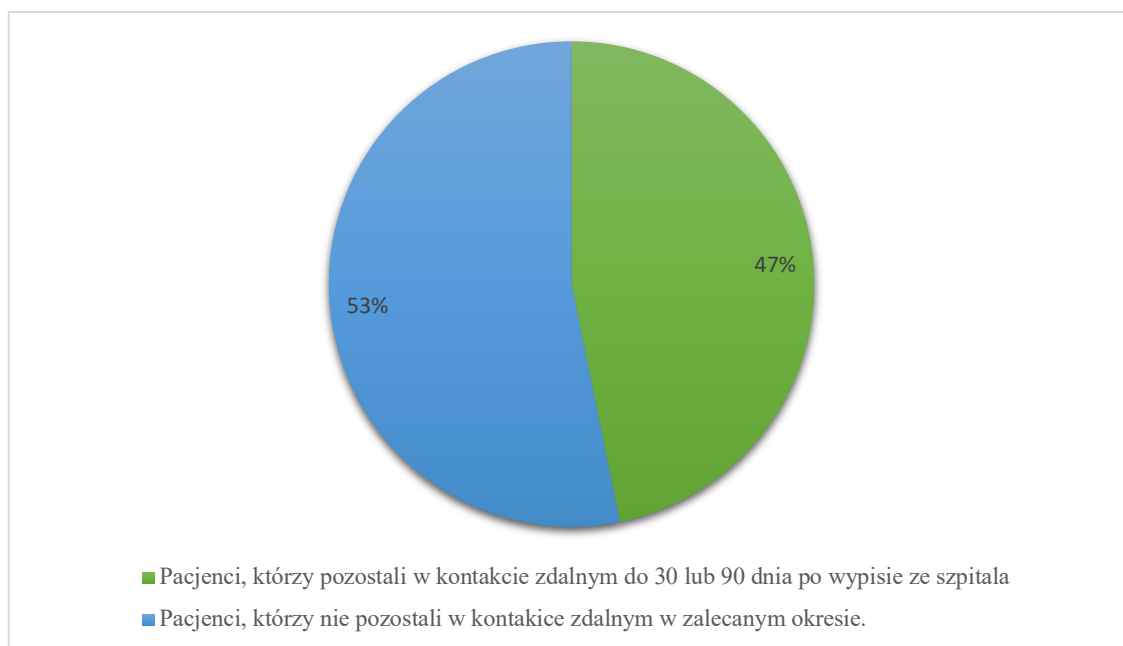
Spośród 47 pacjentów 3 osoby oprócz zdjęć ran pooperacyjnych wysłały zdjęcia nie związane z raną:

- 1 pacjent wysłał zdjęcie jamy ustnej, zadając pytanie czy zmiany widoczne na zdjęciu mogą mieć związek z chorobą Covid-19
- 1 pacjent wysłał zdjęcie wyniku badania laboratoryjnego celem konsultacji i prośbą o wyznaczenie terminu ponownego wykonania badania
- 1 pacjent wysłał zdjęcie zmiany skórnej w postaci wysypki, celem konsultacji, ewentualnej zdalnej diagnostyki i wydania zaleceń lekarskich

6.4 Ocena użyteczności aplikacji iWound w okresie pooperacyjnym.

6.4.1 Odsetek pacjentów pozostający w kontakcie zdalnym (za pomocą aplikacji iWound) w zalecany 30 lub 90 dniowym okresie.

Spośród 47 ($n_1=47$) zarejestrowanych w aplikacji pacjentów, 22 osoby ($n_2=22$) pozostało w stałym kontakcie do zakończenia monitorowania rany [Ryc. 23].



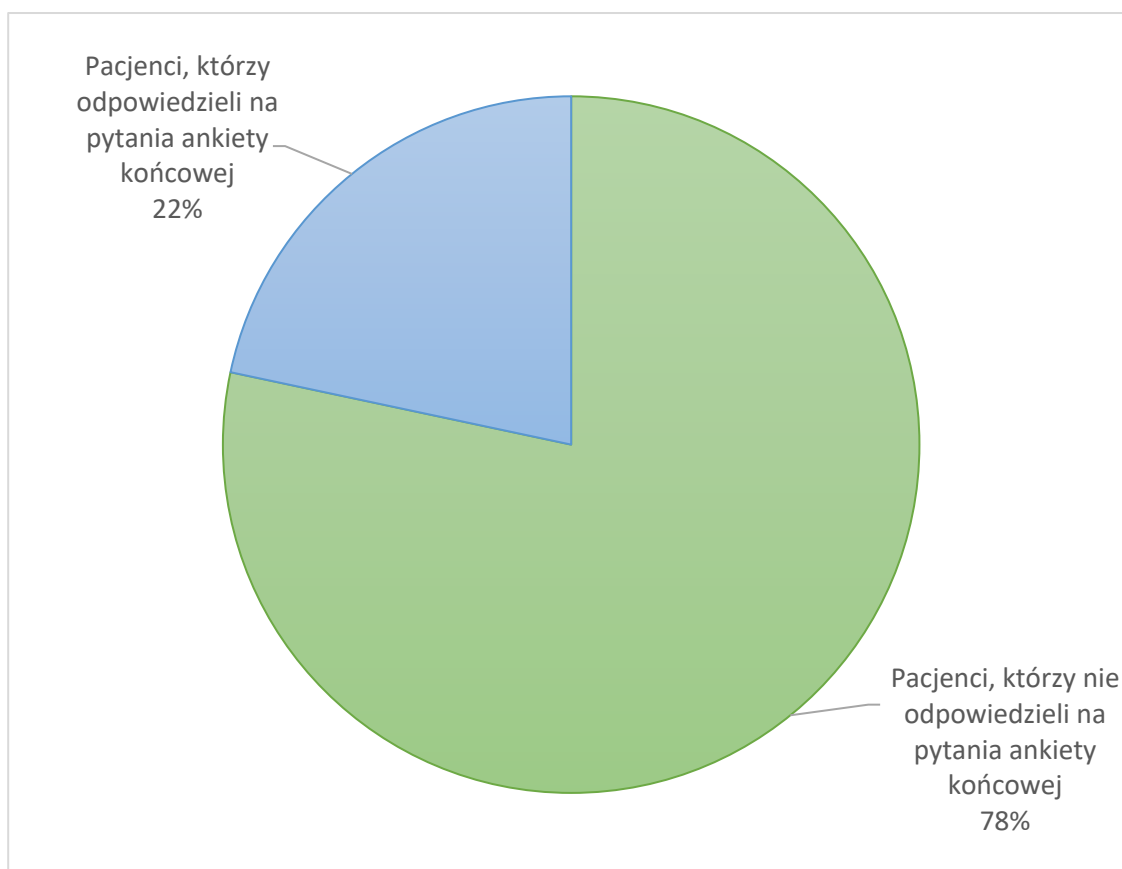
Ryc. 24. Diagram kołowy przedstawiający odsetek pacjentów, którzy pozostali w kontakcie zdalnym w zalecany przez WHO okres, oraz pacjentów, którzy nie utrzymali kontaktu.

6.4.2 Dodatkowe alerty generowane przez lekarza.

Wszyscy pacjenci otrzymywali automatyczne powiadomienia typu „push” o konieczności wysłania zdjęcia w 3, 7, 14 oraz 30 lub 90 dniu od dnia wypisu ze szpitala. 6 pacjentom wysłano dodatkowe powiadomienie typu „push”, wygenerowane przez lekarza, ze względu na zauważony brak kontaktu z pacjentem. W żadnym z przypadków nie uzyskano odpowiedzi.

6.4.3 Ocena użyteczności aplikacji iWound przez pacjentów

Spośród 47 zarejestrowanych w aplikacji iWound pacjentów, 13 odpowiedziało na pytania ankiety końcowej

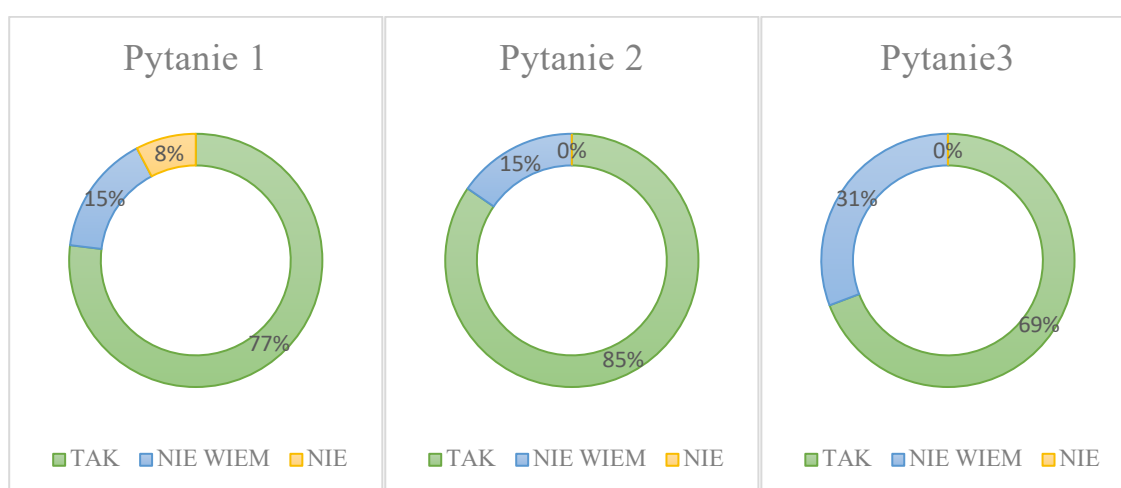


Ryc. 25. Diagram kołowy przedstawiający odsetek pacjentów, którzy odpowiedzieli na pytania ankiety końcowej

Pacjenci odpowiadali na następujące pytania:

1. Czy jesteś zadowolony z korzystania z aplikacji iWound?
2. Czy poleciłbyś aplikację iWound innym pacjentom?
3. Czy czułeś się bezpieczny korzystając z aplikacji iWound?

Na każde z powyższych pytań pacjent mógł udzielić odpowiedzi: TAK, NIE, NIE WIEM.
Odpowiedzi na pytania zaprezentowano na poniższych schematach kołowych [Ryc. 25].



Ryc. 26. Diagramy kołowe przedstawiające odsetek odpowiedzi TAK, NIE, NIE WIEM na pytania ankiety końcowej.

6.5 Analiza występujących czynników ryzyka

Spośród wszystkich osób, które zarejestrowały się w aplikacji iWound ($n_1=47$), u 8 stwierdzono zakażenie miejsca operowanego ($n_2=8$).

Za pomocą metody statystycznej regresji logistycznej, stwierdzono, że w badanej grupie jedynie niezamierzona utrata masy ciała przed operacją jest czynnikiem ryzyka istotnym statystycznie. Pozostałe parametry nie są istotnie statystyczne. [Tabela 8], [Tabela 9], [Tabela 10].

Tabela 8. Czynniki ryzyka dla ZMO analizowane w badaniu

Czynniki ryzyka dla ZMO	Liczba odpowiedzi TAK/NIE u pacjentów, u których wystąpiło ZMO		<i>p-value</i>
	TAK	NIE	
Palenie papierosów	0	7	0,9975
Choroba nowotworowa	3	5	0,1074
Cukrzyca	1	7	0,8515
Leki sterydowe	2	6	0,1127
Niezamierzony ubytek masy ciała	5	3	0,0378
Choroby układu krążenia	2	5	0,4051

Tabela 9. Czynniki ryzyka dla ZMO - BMI

Liczba pacjentów spełniających kryteria				<i>p-value</i>
	niedowaga	norma	Nadwaga i otyłość	
BMI	<18,5	18,50-24,99	>24,99	
	1	3	4	0,3414

Tabela 10. Czynniki ryzyka dla ZMO - długość hospitalizacji przed operacją

Liczba pacjentów spełniających kryteria				<i>p-value</i>
Dni hospitalizacji przed operacją	1	2-5	>5	
	4	3	1	0,3397

7. Dyskusja

7.1 Zasadność zastosowania aplikacji iWound w celu monitorowania ZMO oraz potencjalne korzyści mogące wpłynąć na zminimalizowanie czynników ryzyka.

Dane dotyczące częstości zakażenia miejsca operowanego wydają się być w dużej mierze niedoszacowane, szczególnie w Polsce. Dzieje się tak po pierwsze dlatego, że okres potencjalnego wystąpienia tego powikłania przypada w czasie, kiedy pacjent wypisany jest ze szpitala i przebywa w warunkach domowych. W przypadkach, gdy powikłanie to ogranicza się do powierzchownego zakażenia rany i nie ma wskazań do ponownej hospitalizacji to fakt jego wystąpienia zdaje się być niemal nieodnotowywany. Ponieważ większość oddziałów chirurgicznych w Polsce nie prowadzi rejestrów powikłań w ogóle, to ZMO jako powikłanie w większości ograniczone do zakażenia powierzchownego tym bardziej nie jest ujmowane w statystykach oddziałów szpitalnych.

Zgodnie z § 2 ust. 1 pkt 26 zarządzenia prezesa Narodowego Funduszu Zdrowia z dnia 29 czerwca 2016 roku szpital ma obowiązek wydać pacjentowi skierowanie do poradni przyszpitalnej na wizytę pohospitalizacyjną, która w myśl przepisu ma być kontynuacją lub końcowym, ale integralnym elementem leczenia szpitalnego, oceniającym jego efekt. Wedle zarządzenia obowiązkiem objęty jest jedynie szpital. Pacjent natomiast może, jednak nie musi zgłosić się na tzw. wizytę kontrolną w miejscu hospitalizacji. W wysokospecjalistycznych placówkach zlokalizowanych zazwyczaj w dużych miastach pacjenci mogą rezygnować z odbycia wizyty w poradni przyszpitalnej ze względu na trudności komunikacyjne, związane z odległością (stosunkowo duży odsetek pacjentów dojeżdżających z innych miast) oraz możliwością kontroli w poradniach specjalistycznych niezwiązanych ze szpitalem, często zlokalizowanych bliżej miejsca zamieszkania. Drugim, niedającym się nie zauważyć problemem jest niejednorodność charakteru opieki zdrowotnej w Polsce ze względu na sposób jej finansowania. Bardzo wielu pacjentów leczonych jest w sposób, który na potrzebę tej pracy można nazwać hybrydowym. W tych przypadkach leczenie szpitalne finansowane jest z tytułu powszechnego ubezpieczenia zdrowotnego, jednak opieka przed- i pohospitalizacyjna odbywa się w gabinetach prywatnych lekarzy pracujących w ramach dwóch odrębnych umów z placówką państwową oraz prywatną.

Mimo zaleceń wydanych przez WHO i CDC dotyczących monitorowania ZMO, w Polsce nie ma ujednoliconego postępowania mającego na celu weryfikację częstości

występowania tego powikłania. Nie obserwuje się zatem zależności oraz nie prowadzi porównań międzyośrodkowych, co ma negatywne konsekwencje w postaci braku możliwości wymiany doświadczeń dotyczących np. stosowanych środków profilaktycznych w celu zminimalizowania ryzyka wystąpienia ZMO lub innych powikłań.

Na stronie internetowej American College of Surgeons dostępny jest interaktywny kalkulator oceny ryzyka chirurgicznego (ACS NSQIP Surgical Risk Calculator). Kalkulator wykorzystuje 20 predyktorów, będących znanymi czynnikami ryzyka (tj. wiek, choroby współistniejące, przyjmowanie leków sterydowych, indeks masy ciała). Celem uzyskania wyniku należy wprowadzić kod procedury chirurgicznej. Wyniki obejmują oszacowane procentowe ryzyko dla 18 różnych zdarzeń niepożądanych mogących wystąpić w okresie 30 dni po operacji. Ponadto prezentują wynik na tle średniej krajowej dla danego zdarzenia. Zakażenie miejsca operowanego jest jednym z analizowanych przez kalkulator powikłań (35). Wg autorów głównym założeniem kalkulatora było dostarczenie specyficznych dla konkretnego pacjenta danych dotyczących ryzyka, celem ułatwienia podejmowania decyzji terapeutycznych przez lekarzy, a także pomagających w decyzjach dotyczących świadomej zgody pacjenta. Mimo powyższego pierwotnego założenia kalkulatora został on wykorzystany przez chirurgów do poprawy opieki okołooperoacyjnej celem zminimalizowania ryzyka wystąpienia powikłań (36). Jonathan S. i wsp. prezentują pracę, w której dowodzą, że kalkulator ryzyka może z powodzeniem służyć jako narzędzie do nauki dla rezydentów chirurgii, a także jako narzędzie mogące z powodzeniem być stosowane w celu poprawy jakości leczenia (37).

Mimo, że zadaniem aplikacji iWound nie jest określenie ryzyka wystąpienia ZMO, to ze względu na możliwość gromadzenia danych w obrębie jednego prostego i intuicyjnego programu, przy odpowiednio dużym odsetku rejestracji umożliwia retrospektywną analizę częstości występowania powikłania w obrębie jednego ośrodka, niezależnie od tego czy pacjent zgłosił się na wizytę pohospitalizacyjną do poradni przyszpitalnej, innej poradni chirurgicznej, gabinetu prywatnego, czy też w ogóle nie zgłosił się na kontrolę. Tego typu analiza, prowadzona w wielu ośrodkach o podobnym profilu działalności leczniczej mogłaby dać szansę na porównanie wyników, celem międzyośrodkowego uczenia się. Wiele spośród czynników ryzyka dla zakażenia miejsca operowanego jest modyfikowalnych ze strony placówki leczniczej, zatem porównanie

wyników różnych ośrodków mogłoby wpłynąć na udoskonalanie procedur mających na celu szeroko rozumianą profilaktykę ZMO.

7.2 Strategia zapraszania pacjentów do korzystania z aplikacji iWound

W trakcie badania zastosowano dwie strategie – bierną i czynną. Ponieważ strategia bierna nie przyniosła oczekiwanych efektów, a liczba pacjentów rejestrujących się w aplikacji iWound była znikoma, postanowiono wpłynąć na zwiększenie odsetka rejestrujących się pacjentów. Na podstawie zwykłej obserwacji zauważono słabe elementy strategii biernej:

1. Formularz rejestracyjny wydawany był przed rozpoczęciem hospitalizacji w poradni chirurgicznej. Założeniem wydawania formularza w tym momencie było możliwie największe wydłużenie czasu, w którym pacjent mógł zapoznać się z zasadami działania aplikacji na podstawie otrzymanego formularza. Ponadto przypuszczano, że pacjent będzie zadawał pytania dotyczące aplikacji w trakcie pobytu na oddziale.

Powyższe założenia okazały się błędne z kilku domniemych powodów. Po pierwsze okazało się, że w momencie wypisu pacjent nie posiada formularza, mimo, że pamięta moment jego uzyskania w dniu przyjęcia do szpitala. Formularze odnajdowane były w dokumentacji lekarskiej lub pielęgniarskiej oddziału. W niektórych przypadkach pozostawały w szafkach przy łóżkach pacjentów. Wysunięto zatem wniosek, że przyjęcie do szpitala jest nieodpowiednim momentem, ponieważ wiąże się z stresem związanym z samą hospitalizacją, planowaną operacją, a także wieloma innymi trywialnymi, choć równie stresującymi czynnikami takimi jak przybycie do szpitala na czas, znalezieniem miejsca parkingowego, zabranie odpowiednio spakowanego bagażu i innymi. Moment ten zatem nie sprzyja zapamiętywaniu informacji dotyczących wypisu ze szpitala.

2. Formularz rejestracyjny wydawany był przez lekarza pracującego w poradni chirurgicznej. Domniemano, że lekarz ten, o ile nie uczestniczył w dalszym procesie leczniczym, pozostawał dla pacjenta osobą całkowicie anonimową, a informacje przez niego udzielone, o ile nie dotyczyły samego przyjęcia do szpitala i operacji nie zostawały zapamiętane.

3. Formularz zawierający zaproszenie do udziału w badaniu oraz instrukcję instalacji aplikacji nie wykazywał wystarczającej wartości, by pacjenci upewnili się, że zabierają go do domu.

Powyższe elementy zmodyfikowano wzbogacając też badanie o elementy informacyjne mające na celu dotrzeć nie tylko do pacjentów, ale także do lekarzy innych specjalności oraz lekarzy podstawowej opieki zdrowotnej z założenia pozostających w częstszym kontakcie z pacjentami.

7.3 Określenie grupy docelowej jako element powodzenia stosowania aplikacji iWound w monitorowaniu ZMO

Popularność telefonów komórkowych typu smartfon przekłada się w sposób naturalny na ilość tworzonych aplikacji mobilnych. Portal 42matters.com podaje, że w sklepie App Store każdego dnia pojawia się około tysiąca nowych aplikacji. Ze względów marketingowych producenci interesują się kto najchętniej korzysta z tego typu programów. Ponieważ założeniem większości aplikacji zdrowotnych jest wywarcie pozytywnego wpływu na zachowania zdrowotne użytkowników, to grupą docelową, mogącą odnieść bardzo duże korzyści z używania aplikacji jest grupa osób starszych. Przeprowadzonych zostało zatem wiele badań mających dowieść słuszność powyższego twierdzenia, jak i ocenić, co dla osoby w starszym wieku jest największą obawą podczas korzystania z aplikacji medycznych.

Badacze z Uniwersytetu w Berlinie celem określenia potencjalnej grupy docelowej dla aplikacji zdrowotnych przeanalizowali 4144 ankiety wypełnione przez osoby powyżej 35 roku życia. Okazało się, że wśród tej grupy średnia wieku osoby, która regularnie korzysta z aplikacji zdrowotnych to 57 lat. Osoby, które deklarowały, że cierpią na przynajmniej jedną chorobę przewlekłą częściej korzystały z aplikacji, niż osoby zdrowe. Nie znaleziono natomiast związku korzystania z aplikacji zdrowotnych z płcią, rodzajem zatrudnienia, paleniem papierosów, wykształceniem ani stosowaną dietą (38).

Rasche i wsp. Przeprowadzili objęli badaniem wyłącznie osoby powyżej 60 roku życia. Spośród 576 osób, których średnia wieku wynosiła 69,17 lat, 55,3% zadeklarowała, że korzysta z urządzenia mobilnego typu smartfon lub tablet lub obu z nich. Z tej grupy wybrano osoby, które na co dzień korzystają z aplikacji zdrowotnych

oraz innych i oceniono pod względem wykształcenia, płci, wieku, umiejętności obsługi komputera i innych czynników. Ponadto uczestników tego badania pytano o obawy związane z korzystaniem z aplikacji zarówno zdrowotnych jak i innych. Zdecydowanie największy odsetek osób deklarował obawy o bezpieczeństwo danych osobowych, wyrażając swój brak zaufania do programów. Znikomy procent respondentów obawiał się problemów technicznych związanych z brakiem umiejętności obsługi aplikacji lub telefonu. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5801520/>

Mimo, że badanie przeprowadzone z użyciem aplikacji iWound nie wykazało istotnej statystycznie różnicy wieku pacjentów zarejestrowanych i niezarejestrowanych w aplikacji, to wydaje się, że pacjenci młodszy, którzy częściej korzystają z urządzeń mobilnych w większym stopniu skorzystają z możliwości oferowanej przez aplikację iWound. Elementem, którego nie należy pomijać, jest fakt, że wszyscy pacjenci otrzymujący formularz z kodem w poinformowani byli, że nie muszą samodzielnie obsługiwać ani instalować aplikacji. Nie jest też wymagane posiadanie telefonu typu smartfon. Obsługą aplikacji oraz wysyłaniem zdjęć może zająć się osoba bliska, upoważniona przez pacjenta do takiej działalności.

7.4 Czynniki wpływające na użyteczność aplikacji mobilnych

Korzystanie z aplikacji mobilnych dedykowanych zdrowiu może wpłynąć na utrzymanie lub zmianę zachowań prozdrowotnych przez użytkowników (38). Największy wpływ na poprawę uzyskiwanych wyników ma samokontrola oraz monitorowanie własnych rezultatów. W badaniu nad skutecznością aplikacji MyFitnessPal, służącej do monitorowania diety oraz aktywności fizycznej, dowiedziono, że osoby regularnie kontrolujące własne wyniki w aplikacji uzyskują większą utratę masy ciała w porównaniu do osób kontrolujących swoje wyniki nieregularnie. Uznano, że codzienne monitorowanie za pomocą komercyjnie dostępnej aplikacji może służyć jako skuteczna strategia odchudzania (39).

Grupa badaczy z Berlina dowodzi, że korzystanie z aplikacji mobilnych związanych ze zdrowiem zwiększa zainteresowanie swoich użytkowników zdrowym stylem życia, wpływa motywująco na zmianę nawyków, a planowanie przy pomocy aplikacji zwiększa szanse powodzenia w wykonywaniu treningów czy stosowania diety, oraz przyjmowania leków (38).

Inne badanie wykazało, że zastosowanie samodzielnego monitorowania ciśnienia tętniczego krwi w celu podejmowania decyzji terapeutycznych u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym, obniża ciśnienie u tych chorych w porównaniu do grupy, w której ciśnienie monitorowane było w sposób tradycyjny, czyli w przychodni lekarskiej. Wykazano, że samokontrola w praktyce klinicznej jest opłacalna finansowo oraz prawdopodobnie obniża ryzyko śmiertelności i zachorowalności z przyczyn sercowo-naczyniowych (40).

Badania przeanalizowane przez zespół badaczy z Uniwersytetu w Sydney, że wpływ na zmianę zachowań zdrowotnych użytkowników aplikacji mogą mieć czynniki takie jak ograniczona ilość czasu konieczna do obsługi aplikacji, łatwy i przyjazny wygląd graficzny, elementy indywidualne oraz informacje zwrotne w czasie rzeczywistym od zaangażowanego personelu medycznego (41).

Zjawiska opisane powyżej wpływające na skuteczność prowadzenia terapii wspomaganej użyciem aplikacji mobilnej, mogą być z powodzeniem wykorzystane w obserwacji rany pooperacyjnej. Wykonywane fotografie, przechowywane w jednym miejscu z możliwością ich szybkiego porównywania mogą potęgować uczucie zdrowienia. W przypadku ran powikłanych zgromadzone obrazy mogą wpłynąć na uczucie satysfakcji nie tylko z powodu subiektywnie odczuwanej poprawy, ale także obserwacji widocznego na zdjęciu poprawiającego się stanu.

Ponadto przy obecnie rozwiniętej technologii możliwe jest wykonywanie zdjęcia za pomocą telefonu typu smartfon z automatycznym pomiarem wielkości rany oraz jej głębokości. Wyposażenie aplikacji iWound w tą technologię w trwającym badaniu nie była jeszcze możliwa, ponieważ wiąże się z koniecznością dużych nakładów finansowych, to na świecie funkcjonują już oprogramowania na smartfony dające możliwość dokonania wszelkich pomiarów w obrębie rany. Przykładem takiej aplikacji jest TA Wound App, która dokonuje pomiarów w wymiarze dwu- i trójwymiarowym. Ponadto aplikacja automatycznie tworzy wykresy pomiarów, w sposób graficzny przedstawiając zachodzący proces gojenia.

7.5 Zastosowanie aplikacji w kontekście odpowiedzialności za proces diagnostyczno-leczniczy.

W Polsce przez wiele lat utrzymywał się paternalistyczny model opieki lekarskiej. Model ten zakłada całkowity brak autonomii pacjenta podczas procesu diagnostyczno-

lecniczego. Z jednej strony model taki daje większą swobodę lekarzowi, z drugiej jednak, wydaje się nie sprawdzać się w społeczeństwie o wysokim stopniu wykształcenia oraz w czasach, w których dostępność do wiedzy fachowej nie stanowi wyzwania. W tych okolicznościach oraz w coraz częściej obserwowanym niezadowoleniu pacjentów, rosnącym odsetku tzw. pacjentów roszczeniowych, a także w obliczu wzrastającej świadomości, model paternalistyczny wydaje się być wręcz szkodliwy. Lekarz decydujący o całym procesie diagnostyczno-leczniczym ponosi też całkowitą odpowiedzialność za jego skutki.

W społeczeństwach wysoko wykształconych, do których należy społeczeństwo polskie lepszym modelem opieki lekarskiej wydaje się być model partnerski, w którym zarówno lekarz i pacjent podejmują decyzje wspólnie, tak samo wspólnie ponosząc odpowiedzialność za osiągnięte rezultaty.

Aplikacja iWound wpisuje się raczej w model partnerski relacji lekarz – pacjent. Wedle założeń chory zapraszany jest do skorzystania z programu monitorowania miejsca operowanego, ale to od niego zależy czy z niego skorzysta, czy nie oraz jaka będzie jakość korzystania z aplikacji. Powiadomienia typu „push” wysyłane przez aplikację mają przypomnieć pacjentowi o konieczności wysłania zdjęcia oraz informacji dotyczącej rany. Aplikacja nie blokuje możliwości wysyłania zdjęć częściej niż wysyłane są tzw. przypomnienia, zatem w przypadku zdarzenia nagłego, które zaniepokoiłoby pacjenta istnieje możliwość kontaktu z lekarzem. W tym modelu odpowiedzialność za regularne uzupełnianie danych medycznych oraz wysyłanie zdjęć ponosi pacjent. Zobowiązany jest on do regularnego kontaktu, a jego aktywność jest dokumentowana w sposób elektroniczny. Każde zaniechanie w postaci zaniedbania przesłania informacji, pomimo wysyłanych przypomnień pozostaje w pamięci oprogramowania. Aktywny udział pacjenta w procesie leczniczym jest więc mierzalny. Pacjent ignorujący powiadomienia, nieprzesyłający zdjęć sam rezygnuje z proponowanej stałej i systematycznej opieki.

Aplikacja może zatem stanowić zabezpieczenie prawne dla lekarzy jak i szpitali. Szczególnie w przypadku wnoszonych przez pacjentów roszczeń w sytuacjach powikłań poszpitalnych, gdy zaoferowana pacjentowi możliwość pozostania w stałym kontakcie została przez niego odrzucona. Pacjent nie może zarzucić placówce ochrony zdrowia zapraszającej do korzystania z aplikacji, że nie uzyskał koniecznej opieki poszpitalnej, lub że nie miał możliwości kontaktu z lekarzem np. ze względu na odległość lub obawy przed sytuacją epidemiologiczną. Wysyłając zdjęcie opatrzone komentarzem pacjent

informuje placówkę o swoim stanie zdrowia, lekarz obsługujący aplikację decyduje o ewentualnej konieczności pojawienia się na tzw. wizycie tradycyjnej.

7.6 Zastosowanie aplikacji mobilnej jako wspomaganie pracy klinicystów

Ze względu na kryzys kadrowy w specjalnościach zabiegowych w Polsce związane ze starzeniem się specjalistów chirurgii, w czasach, gdy specjalizacja ta stała się niepopularna wśród absolwentów kierunków lekarskich uczelni medycznych, a liczba chirurgów maleje, możliwość ograniczenia wizyt tradycyjnych w poradniach lekarskich wydaje się być nie tylko dobrym pomysłem, ale w najbliższej przyszłości koniecznością. Badania wykazują, że telekonsultacje z powodzeniem mogą zastąpić przynajmniej część wizyt tradycyjnych.

W założeniu stosowania aplikacji iWound, prostej oraz intuicyjnej w użyciu, było skrócenie czasu potrzebnego na obsługę pacjenta w porównaniu do wizyty tradycyjnej. Ponadto aplikacja została stworzona w taki sposób, aby nie tylko personel lekarski, ale także pielęgniarski mógł z niego korzystać. Opiekę nad raną z powodzeniem może sprawować pielęgniarka, a ponieważ ten zawód również przeżywa kryzys liczebności, to możliwości zdalnych konsultacji mogą wpłynąć na skrócenie czasu poświęcanego pacjentowi, bez obniżania jakości usługi.

Możliwość konsultacji między personelem obsługującym aplikację (lekarz-lekarz, pielęgniarka-lekarz, pielęgniarka-pielęgniarka) daje możliwość szybkich konsultacji, uzyskania porady lekarskiej od osoby z większym doświadczeniem, bez konieczności odsyłania pacjenta do innych poradni i skazywania go na długi czas oczekiwania w kolejkach.

Mimo, że wykorzystanie aplikacji w sytuacjach szczególnych nie to było zamiarem przeprowadzonego badania, to pandemia Covid-19 ukazała inne korzyści wynikające z jej stosowania. Pacjenci pomimo znacznego ograniczenia dostępu do placówek ochrony zdrowia, szczególnie w zakresie podstawowej opieki zdrowotnej oraz w obliczu restrykcji wprowadzanych ze względu na zagrożenie epidemiczne mogli pozostać w kontakcie oraz mieli możliwość konsultacji zdalnych. Aplikacja wpisała się idealnie w trend gwałtownie wprowadzonych do praktyki telekonsultacji lekarskich.

7.7 Przyszłość aplikacji zdrowotnych i telemedycznych.

Opieka nad raną pooperacyjną opiera się na ocenie wyglądu rany oraz obserwacji objawów. Programy komputerowe tworzone dla dziedzin medycyny, w których podstawą jest analiza uzyskanego obrazu mają ogromny potencjał rozwoju w kontekście zastosowania sztucznej inteligencji. Od kilku już lat wprowadzane do medycyny zostają oprogramowania oparte na tzw. uczeniu maszynowym lub uczeniu głębokim. (ang. machine-learning, deep-learning). Procesy te, w których komputer uczy się wykonywania zadań charakterystycznych dla ludzkiego mózgu są podstawą diagnostyki wspomaganej komputerowo (ang. computer-aided diagnosis, CAD). Obecnie wiele badań prowadzonych jest nad wprowadzaniem CAD do codziennej praktyki klinicznej. I chociaż dotychczas nie stworzono programu całkowicie samodzielnego i niewymagającego udziału człowieka w procesie diagnostycznym, to wykazano, że CAD poprawia wykrywanie wczesnego stadium raka piersi w badaniu mammograficznym, gdy zastosowana jest jako drugie po człowieku niezależne źródło analizy obrazu (42).

W pracy Gao i wsp., w której przeanalizowano 285 badań tomografii komputerowej głowy, potwierdzono potencjał, jaki metody uczenia głębokiego mają w analizowaniu obrazów radiologicznych (43).

Badanie Phong i wsp. potwierdza powyższe wnioski w zastosowaniu co do analizy obrazów tomografii komputerowej w kontekście krwawienia śródmózgowego (44). Ong i wsp. natomiast proponuje oprogramowanie do analizy obrazów łożyska ran, które ze względu na niewielki rozmiar może być z powodzeniem używane na urządzeniach mobilnych (45).

Pozbawienie diagnostyki elementu ludzkiego może obecnie wydawać się niebezpieczna oraz nieetyczne. Jednak obserwując postęp komputeryzacji można śmiało stwierdzić, że wtargnięcie oprogramowań asystujących przy diagnostyce, lub będących niezależnym drugim źródłem diagnozy może znacząco wpłynąć na podniesienie jakości stawiania rozpoznań oraz leczenia. Wprowadzenie sztucznej inteligencji asystującej w codziennej pracy lekarza pozostaje zatem kwestią czasu.

7.8 Problemy związane z finansowaniem konsultacji przez personel medyczny placówek ochrony zdrowia

Przez długi czas, mimo braku ograniczeń technicznych w Polsce nie istniał program umożliwiający prowadzenie tzw. telekonsultacji w placówkach zdrowia realizujących usługi na podstawie umowy z Narodowym Funduszem Zdrowia, który nie finansował zdalnie wykonywanych wizyt. Pandemia Covid-19 zdecydowanie przyspieszyła prace nad wprowadzeniem takich usług. Badanie z użyciem aplikacji iWound wykonywane w Klinice Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Onkologii Gastroenterologicznej nie było finansowane z żadnych środków. Lekarze brali w nim udział na zasadzie dobrowolności, wykonując pracę w czasie wolnym. Jednakże ten rodzaj konsultacji, jeżeli miałby być stosowany na stałe i w sposób regularny musiałby zostać ujęty w usługach opłacanych przez NFZ.

8. Wnioski

1. Na podstawie analizy wyników nie udało się wskazać jednoznacznie grupy potencjalnych i optymalnych użytkowników aplikacji, co z jednej strony może utrudniać dedykowanie jej określonym pacjentom, z drugiej jednak nie wyklucza nikogo z potencjalnych użytkowników. Grupa pacjentów korzystająca z aplikacji iWound to niewielki odsetek osób operowanych w Klinice Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Onkologii Gastroenterologicznej. Wiek, płeć, charakter choroby, tryb ani rozległość operacji nie wpływa na odsetek pacjentów rejestrujących się w aplikacji. Jeśli chodzi o zainteresowanie pacjentów aplikacją, a tym samym wpłynięcie na odsetek osób rejestrujących się, strategia bierna przynosi niewielkie efekty. Strategia czynna jest znacznie skuteczniejsza, jednak zastosowanie jej zbiegło się w czasie z pandemią Covid-19 w Polsce, zatem trudno określić, który czynnik miał większy wpływ na zwiększenie zainteresowania pacjentów możliwością telemedycznych konsultacji przy pomocy aplikacji iWound.
2. Zdecydowana większość pacjentów (93,6%) pacjentów prawidłowo korzysta z aplikacji, co wskazuje na to, że jej funkcjonalność jest wystarczająca. Średnia ilość zdjęć wysłana przez pacjenta pozwala na systematyczną ocenę potencjalnego wystąpienia ZMO. Prawidłowo wypełniany wywiad przez zdecydowaną większość pacjentów (95,7%) jest wiarygodnym źródłem wiedzy lekarskiej dotyczącej czynników ryzyka dla ZMO, a także pozwala na prawidłowe funkcjonowanie aplikacji. Niewielki odsetek pacjentów próbuje wykorzystać aplikację do innych niż założone celem, jednak wydaje się mieć to charakter marginalny i może wynikać z ograniczonej dostępności do lekarzy z uwagi na trwającą pandemię Covid-19.
3. Tylko 47% pacjentów objętych badaniem używało aplikacji przez 30 lub 90 dni, zatem aplikacja nie jest wystarczająca do monitorowania ZMO, ale zabezpiecza lekarza oraz szpital przed konsekwencjami prawnymi, wysyłając powiadomienia o konieczności przesłania zdjęcia, a zatem o konieczności kontroli rany. Gromadzi też dokumentację medyczną, fotograficzną oraz merytoryczną. Aplikacja jest dobrym narzędziem do monitorowania ZMO zgodnie z zaleceniami, ale niski odsetek użytkowników powoduje jej praktyczne

ograniczenia. Należy podkreślić, że udostępnianie pacjentom aplikacji spełnia prawne wymogi nadzoru ZMO nałożone na jednostki lecznicze.

4. Mała liczba pacjentów powoduje, że nie można wysunąć wniosków dotyczących grup ryzyka rozwinięcia ZMO, jednak wydaje się, że w tej grupie ZMO było związane z przedoperacyjną, niezamierzoną utratą masy ciała. Zgłoszony odsetek ZMO (17,02 %) będący wyższym od raportowanego przez szpitale wskazuje na rzetelność tego sposobu monitorowania.

9. Streszczenie w języku polskim

9.1 Wstęp

Zakażenie miejsca operowanego (ZMO) jest stosunkowo częstym powikłaniem po operacjach z zakresu chirurgii ogólnej. Występuje w okresie do 30 dni po operacji lub do 90 dni, gdy w trakcie operacji został użyty implant np. siatka przepuklinowa. W tym czasie, o ile nie wystąpiły inne powikłanie pacjent najczęściej przebywa w domu, zatem monitorowanie ZMO prowadzone powinno być w warunkach ambulatoryjnych. Dostępność do poradni chirurgicznych staje się coraz trudniejsza ze względu na zmniejszającą się liczbę chirurgów w Polsce, a także zmieniający się ze względu na uwarunkowania prawne stosunek czynności lekarskich do czynności administracyjnej w codziennej praktyce chirurga. Rozwój technologii doprowadził do tego, że niemal każda osoba posiada obecnie telefon komórkowy z funkcją aparatu fotograficznego oraz dostępem do Internetu, tzw. smartfon. Urządzenie to stało się popularne nie tylko ze względu na relatywnie niewysoką cenę, ale przede wszystkim ze względu na prostotę obsługi. Oprogramowania smartfonów, tzw. aplikacje, są bowiem intuicyjne, łatwe w użyciu i przejrzyste. Ułatwiają one dokonywanie zakupów, śledzenie przesyłek pocztowych, planowanie podróży, czy naukę języków obcych. Ogromnym potencjałem dla aplikacji jest też medycyna, która daje niemal niezliczone możliwości rozwoju. Przykładem aplikacji na urządzenie typu smartfon jest aplikacja iWound, służąca do wspomagania pracy chirurga podczas leczenia ran. Dostrzeżono jej ogromny potencjał w pooperacyjnym monitorowaniu gojenia, które stało się wyjątkowo trudne podczas pandemii Covid-19, gdy ze względu na bezpieczeństwo epidemiologiczne wprowadzono restrykcje m.in. w transporcie oraz korzystaniu z usług placówek medycznych.

9.2 Cel pracy

Celem pracy było określenie grupy pacjentów, będących kandydatami na użytkowników aplikacji iWound celem monitorowania ZMO oraz określenie optymalnej strategii informacyjnej zachęcającej do korzystania z aplikacji. Ponadto celem była ocena funkcjonalności oraz weryfikacja użyteczności pod kątem monitorowania ZMO w okresie zalecanym przez WHO i CDC.

9.3 Metody

W badaniu zastosowano dwie strategie zapraszania pacjentów do korzystania z aplikacji. Pierwsza – strategia bierna, podczas której wydano 50 formularzy rejestracyjnych podczas przyjęcia pacjenta do szpitala. Stosując drugą strategię – czynną zmieniono czas wydawania formularza rejestracyjnego. Formularz wydawał lekarz wypisujący pacjenta ze szpitala. Ponadto w holu głównym, w gablocie informacyjnej Kliniki Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Onkologii Gastroenterologicznej umieszczono plakat informacyjny dotyczący aplikacji i jej zastosowania. Na odwrocie formularza umieszczono informacje nt. pielęgnacji rany. Ponadto jednocześnie prowadzono webinary dostępne dla pacjentów oraz lekarzy innych specjalności nt. możliwości zdalnego monitorowania ZMO przy użyciu aplikacji iWound. Po zarejestrowaniu się w aplikacji pacjenci mieli możliwość zdalnego kontaktowania się z lekarzem Kliniki, który na bieżąco oceniał stan rany oraz wydawał zalecenia. Wszyscy pacjenci mieli ponadto możliwość konsultacji tradycyjnych w poradni chirurgicznej. Każdy pacjent otrzymywał przypomnienia o konieczności przesłania zdjęcia w postaci elektronicznych alertów w 3, 7, 14 oraz 30 lub 90 dniu po operacji.

9.4 Wyniki

W okresie od 01.01.2020 do 28.02.2021 do korzystania z aplikacji iWound zaproszono w sumie 207 pacjentów. Stosując strategię bierną wydano 50 formularzy rejestracyjnych, z których skorzystało 2 pacjentów, co stanowi 4%. Stosując strategię czynną wydano 157 formularze rejestracyjne, otrzymując odpowiedź od 47 pacjentów, co stanowi 23%. Analizę wyników prowadzono w odniesieniu do grupy pacjentów strategii czynnej, gdzie średnia wieku wynosiła 52,13 lat. Płeć pacjenta, charakter choroby, rozległość oraz tryb operacji nie miały wpływu na rejestrację pacjentów w aplikacji. Spośród 47 osób zarejestrowanych, 22 osoby (47%) pozostało w zdalnym kontakcie z Ośrodkiem przez okres 30 lub 90 dni od dnia wypisu ze szpitala. Zdecydowana większość pacjentów korzystających z aplikacji iWound oceniła ją pozytywnie i poleciłaby ją innym chorym po operacjach.

9.5 Wnioski

Grupa pacjentów korzystająca z aplikacji iWound to niewielki odsetek osób operowanych. Zapraszanie do współpracy pacjentów na zasadach strategii biernej

przynosi znikome efekty. Strategia czynna jest bardziej efektywna, ale jej wprowadzenie zbiegło się w czasie z rozpoczynającą się pandemią Covid-19 w Polsce, dlatego trudno jest ocenić który czynnik miał znaczący wpływ wzrost odsetka pacjentów korzystających z aplikacji. Za mało pacjentów pozostaje w zdalnym kontakcie z Ośrodkiem za pomocą aplikacji w zalecanym przez CDC okresie 30 lub 90 dni monitorowania ZMO, zatem aplikacja nie jest wystarczającym narzędziem do monitorowania tego powikłania. Za małą liczbą pacjentów powoduje, że nie można wysunąć wniosków dotyczących głównych czynników ryzyka ZMO w tej grupie.

10. Streszczenie w języku angielskim

10.1 Introduction

Surgical site infection (SSI) is a common problem after general surgery procedures. It occurs either within 30 days or 90 days after surgery when any kind of implant, e.g. hernia mesh, is used during the operative procedure. During this time, if there were not any other complications, a patient is usually discharged to their home, hence SSI monitoring should be provided in outpatient clinics. Availability of outpatient surgical clinics is getting more problematic due to the decreasing number of surgeons in Poland, as well as the increasing administrative-to-medicinal duties ratio in common surgeon practice, which results from current legal conditions. The development of technology has led to new advances where almost everyone has a telephone with a camera and access to the Internet (smartphone). This device became popular, not only because of its relatively low cost, but also for its ease of use. Smartphone's software applications are intuitive, simple, and transparent. They are used for shopping, tracking packages, travel planning or learning foreign languages. Medical fields also give almost uncountable possibilities in application development. One of examples is iWound, an application for smartphones that is used for assisting surgeons during wound treatment. Its greatest potential was noticed in monitoring postoperative wound healing which became even more difficult during COVID-19 pandemic, when restrictions in for example public transport and medical service were introduced to maintain the general safety.

10.2 Aim of the study

An objective for this study was to define a group of patients who would be candidates for iWound application use in SSI monitoring and defining an optimal informational strategy which would encourage the use of this application. Another aim was to evaluate the functionality and verification of usability in SSI monitoring for the period recommended by WHO and CDC.

10.3 Methodology

In this research two strategies of inviting patients to use the application were performed. First strategy - a more passive approach where a total of 50 registration forms were given immediately to the patients admitted to the hospital. In the second strategy - a more active approach, the time of receiving registration form by patient was changed.

The form was given to the patient by the doctor discharging them from the hospital. In addition, in an informational display in the main hall of Department of General Surgery, Endocrinological Surgery and Gastrointestinal Oncology there had been a poster placed about iWound application and its use. Moreover, on the reverse side of the form, information about wound care was also placed. Furthermore, simultaneously webinars were performed with access for patients and doctors of other specializations to learn about possibilities of remote SSI monitoring using the iWound app. After registration in the application, patients had the possibility to contact a doctor from the Department, who could evaluate the condition of the wound on a regular basis and give recommendations. All the patients also had access to traditional consultation methods in the surgery outpatient clinic. Every patient received a notification of the necessity of sending a photograph on the 3rd, 7th, 14th and 30th or 90th day after surgery.

10.4 Results

From January 1st 2020 to February 28th 2021, 207 patients were invited to use the iWound application. Using the passive strategy, 50 registration forms were given to patients from which 2 patients used the application which makes 4%. Using the active strategy, 157 forms were given, getting a response from 47 patients which makes 23%. Analysis of the results were performed on the group of patients from active strategy where average age was 52.13 years. The gender of patients, character of the disease, extent and mode of surgery all had no influence on patients' registration to the application. 22 of the 47 total patients stayed in touch with the Department for 30 or 90 days after being discharged from the hospital. Additionally, the vast majority of patients using iWound application evaluated it positively and would recommend it to other patients after surgical procedures.

10.5 Conclusions

Group of patients using the iWound application is a small percentage of people after surgeries. Inviting patients to cooperate using the passive strategy brings little results. Active strategy is more effective, but its introduction coincided with COVID-19 pandemic in Poland, which is why it is hard to evaluate which factor had a greater impact on the increased percentage of patients using the application. Too few of the patients stayed in touch with the Department as recommended by CDC's 30- or 90-day periods of

SSI monitoring, therefore the application is not a valid instrument to monitor this complication. A small number of patients is the reason why it is impossible to develop conclusions of the main risk factors for SSI in this group.

11. Bibliografia

1. **Naczelna Izba Lekarska w Warszawie.** Zestawienie liczbowe lekarzy i lekarzy dentystów wg dziedziny i stopnia specjalizacji z uwzględnieniem podziału na lekarzy wykonujących i nie wykonujących zawodu. 04 10 2021.
2. **M Książkowski.** pulsmedycyny.pl. [Online] [Zacytowano: 25 10 2021.] <https://pulsmedycyny.pl/co-czwarty-chirurg-jest-emerytem-skad-sie-wzial-kryzys-kadrowy-w-polskiej-chirurgii-1127503>.
3. **Yoo Jin-Hong.** The Meaning of Information Technology (IT) Mobile Devices to Me, the Infectious Disease Physician. *Infection & chemotherapy*. 2013, strony 244-51.
4. **Lee Ventola C.** Mobile Devices and Apps for Health Care Professionals: Uses and Benefits. *P & T: a peer-reviewed journal for formulary management*. 2014, Tom 39(5), strony 356-64.
5. **Mosa Abu Saleh Mohammad et al.** A Systematic Review of Healthcare Applications for Smartphones. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2012, Tomy 12-67.
6. **Baxter C Carroll JA, Keogh B, Vandelanotte C.** Assessment of Mobile Health Apps Using Built-In Smartphone Sensors for Diagnosis and Treatment: Systematic Survey of Apps Listed in International Curated Health App Libraries. . *JMIR mHealth and uHealth*. 2020, Tomy 8,2.
7. **Worringham Charles et al.** Development and Feasibility of a Smartphone, ECG and GPS Based System for Remotely Monitoring Exercise in Cardiac Rehabilitation. *PloS One*. 2011, Tom 6(2).
8. **Marshall A et al.** Use of a Smartphone for Improved Self-Management of Pulmonary Rehabilitation. *International journal of telemedicine and applications*. 2008.
9. **Pope L Silva P, Almeyda R.** i-Phone applications for the modern day otolaryngologist. *Clinical Otolaryngology*. 2010, Tom 35, strony 350-54.
10. **O'Connor S Andrews T.** Smartphones and mobile applications (apps) in clinical nursing education: A student perspective. *Nurse Education Today*. 2018, Tom 69, strony 172-78.
11. **PA Guze.** Using Technology to Meet the Challenges of Medical Education. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*. 2015, Tom 126, strony 260-70.
12. **Dala-Ali BM, Lloyd MA, Al-Abed Y.** The uses of the iPhone for surgeons. *Surgeon*. 2011, Tom 9(1), strony 44-8.
13. **Székely A, Talanow R, Bágyi P.** Smartphones, tablets and mobile applications for radiology. *European Journal of Radiology*. 2013, Tom 82, strony 829-36.
14. **S Dąbrowiecki.** Fizjologia i patofizjologia procesu gojenia ran. *Polska medycyna paliatywna*. 2003, Tom 2, str. 283.
15. **G. Krasowski.** Leczenie ran przewlekłych – cz. I: Definicja, etiologia, epidemiologia, fizjologia i patofizjologia gojenia się ran. *Medycyna praktyczna*. 2013.
16. **W.L Olszewski.** Gojenie się ran. [aut. książki] J. Szmidt. *Podstawy chirurgii*. Kraków : Medycyna Praktyczna, 2009.

17. **Sievert DM**, Ricks P, Edwards JR, Schneider A, Patel J, Srinivasan A, Kallen A, Limbago B, Fridkin S. Antimicrobial-resistant pathogens associated with healthcare-associated infections: summary of data reported to the National Healthcare Safety Network at the Centers for Disease Control and Prevention, 2009-2010. *Infection control and hospital epidemiology*. 2013, Tom 34(1), strony 1-14.
18. **Mu Y**, Edwards JR, Horan TC, Berrios-Torres SI, Fridkin SK. Improving risk-adjusted measures of surgical site infection for the national healthcare safety network. *Infection control and hospital epidemiology*. 2011, Tom 32(10), strony 970-86.
19. **Sax H**, Uçkay I, Balmelli C, et al. Overall burden of healthcare-associated infections among surgical patients: results of a national study. *Annals of surgery*. 2011, Tom 253(2), strony 365-70.
20. **European Centre for Disease Prevention and Control**. Surveillance of surgical site infections in European hospitals – HAISSI protocol. Version 1.02. Stockholm: ECDC; 2012.
21. **European Centre for Disease Prevention and Control**. *Surveillance of antimicrobial resistance in Europe 2018*. . Stockholm : ECDC, 2019.
22. **Charakterystyka Produktu Leczniczego**. Biofazolin. [Online] [Zacytowano: 25 10 2021.] http://chpl.com.pl/data_files/Biofazolinlg.pdf.
23. **National Institute for Health and Care Excellence**. Surgical site infections: prevention and treatment: NICE, 2020.
24. **Skeie E**, Koch A.M., Harthug S. et al. A positive association between nutritional risk and the incidence of surgical site infections: A hospital- based register study. *PLoS ONE*. 2018, Tom 13(5).
25. **Kabon B**, Nagele A, Reddy D, et al. Obesity decreases perioperative tissue oxygenation. *Anesthesiology*. 2004, Tom 100(2), strony 274-80.
26. **Falagas ME**, Karageorgopoulos DE. Adjustment of dosing of antimicrobial agents for bodyweight in adults. *The Lancet*. Tom 375(9710), strony 248-51.
27. **World Health Organization**. *Global guidelines for the prevention of surgical site infection, 2nd ed.*: World Health Organization, 2018.
28. **Stryja J**, Sandy-Hodgetts K, Collier M et al. *Preventing and managing surgical site infections across health care sectors*. brak miejsca : European Wound Management Association, 2020.
29. **Sørensen LT**. Wound healing and infection in surgery: the pathophysiological impact of smoking, smoking cessation, and nicotine replacement therapy: a systematic review. *Annals of Surgery*. 2012, Tom 255(6), strony 1069-79.
30. **Royal Colleges of Physicians of Ireland**. Preventing surgical site infections. Key recommendations for practice. Dublin: Joint Royal College of Surgeons in Ireland Working Group on Prevention of Surgical Site Infection. [Online] 2012. [Zacytowano: 18 10 2021.] https://www.rcsi.ie/files/surgery/docs/20140318021114_Sample%20Audit%20Surgical%20site%20Inf.pdf.
31. **Dancer SJ**. Controlling hospital-acquired infection: focus on the role of the environment and new technologies for decontamination. *Clinical Microbiology Reviews*. 2014, Tom 27(4), strony 665-90.

32. **World Health Organization.** Dashboard WHO Coronavirus (Covid 19). [Online] [Zacytowano: 25 10 2021.] <https://covid19.who.int>.
33. **Asadzadeh A**, Kalankesh LR. A scope of mobile health solutions in COVID-19 pandemics. *Informatics in medicine unlocked*. doi: 10.1016/j.imu.2021.100558. 2021, Tom 23.
34. **Hong Z**, Li N, Li D et al. elemedicine During the COVID-19 Pandemic: Experiences From Western China. *Journal of medicinal Internet research*. 22(5) 2020, str. e19577.
35. **American College of Surgeons.** ACS NSQIP Surgical Risk Calculator. [Online] [Zacytowano: 25 10 2021.] <https://riskcalculator.facs.org/RiskCalculator/PatientInfo.jsp>.
36. **Jiang HY**, Kohtakangas EL, Asai K, Shum JB. Predictive Power of the NSQIP Risk Calculator for Early Post-Operative Outcomes After Whipple: Experience from a Regional Center in Northern Ontario. *Journal of gastrointestinal cancer*. 2018, Tom 49(3), strony 288-94.
37. **Abelson JS**, Yeo HL, Pomp A, Fehling D, Michelassi F. Using the ACS NSQIP Surgical Risk Calculator for surgical education and quality improvement. [Online] 2016. [Zacytowano: 25 10 2021.] <https://bulletin.facs.org/2016/12/using-the-acnsqip-surgical-risk-calculator-for-surgical-education-and-quality-improvement/#printpreview>.
38. **Ernsting C**, Dombrowski SU, Oedekoven M, et al. Using smartphones and health apps to change and manage health behaviors. A population-based survey. *Journal of medical Internet research*. Tom 19(4), str. e101.
39. **Patel ML**, Brooks TL, Bennett GG. Consistent self-monitoring in a commercial app-based intervention for weight loss: results from a randomized trial. *Journal of behavioral medicine*. 2020, Tom 43(3), strony 391-401.
40. **Monahan M**, Jowett S, Nickless A et al. Cost-Effectiveness of Telemonitoring and Self-Monitoring of Blood Pressure for Antihypertensive Titration in Primary Care (TASMINH4). *Hypertension*. 2019, Tom 73(6), strony 1231-239.
41. **Zhao J**, Freeman B, Li M. Can Mobile Phone Apps Influence People's Health Behavior Change? An Evidence Review. *Journal of Medicinal Internet research*. 2016, Tom 18(11), str. e287.
42. **Chan HP**, Hadjiiski LM, Samala RK. Computer-aided diagnosis in the era of deep learning. *Medical physics*. 2020, Tom 47(5), strony e218-e227.
43. **Gao XW**, Hui R, Tian Z. Classification of CT brain images based on deep learning networks. *Computer methods and programs in biomedicine*. 2017, strony 49-56.
44. **Phong TD**, Duong HN, Nguyen HT et al. Brain Hemorrhage Diagnosis by Using Deep Learning. *Proceedings of the 2017 International Conference on Machine Learning and Soft Computing*. 2017, strony 34-39.
45. **Ong EP**, Tang Ka Yin C, Lee BH. Efficient Deep Learning-based Wound-bed Segmentation For Mobile Applications. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2020, strony 1654-657.
46. **Chan HP**, Hadjiiski LM, Samala RK. Computer-Aided Diagnosis in the Era of Deep Learning. *Medical physics*. 2020, Tom 47(5), strony e218-e227.

12. Spis tabel

Tabela 1. Dane statystyczne dla zmiennej: wiek.	45
Tabela 2. Charakterystyka ogólna	46
Tabela 3. Rozkład płci	47
Tabela 4. Rozkład ze względu na rozległość operacji	48
Tabela 5. Rozkład pacjentów z chorobą nowotworową i nienowotworową.	49
Tabela 6. Rozkład trybu operacji	50
Tabela 7. Dane statystyczne dla zmiennej: ilość wysyłanych zdjęć	51
Tabela 8. Czynniki ryzyka dla ZMO analizowane w badaniu	55
Tabela 9. Czynniki ryzyka dla ZMO - BMI	55
Tabela 10. Czynniki ryzyka dla ZMO - długość hospitalizacji przed operacją	55

13. Spis rycin

Ryc. 1. Cztery fazy gojenia rany.....	12
Ryc. 2. Zakażenie miejsca operowanego - materiał własny	14
Ryc. 3. Formularz rejestracyjny z jednorazowym kodem	29
Ryc. 4. Zalecenia dotyczące pielęgnacji rany, zawarte na odwrocie formularza rejestracyjnego	30
Ryc. 5. Plakat umieszczony na korytarzu Kliniki Chirurgii Ogólnej, Endokrynologicznej i Onkologii Gastroenterologicznej podczas trwania badania	31
Ryc. 6. Wygląd graficzny aplikacji zarejestrowanej na telefonie komórkowym pacjenta wraz z przykładowymi pytaniami.....	33
Ryc. 7. Wygląd graficzny aplikacji z perspektywy lekarza. Wywiad wypełniony przez pacjenta	34
Ryc. 8. Przykładowe sekwencje fotografii wysyłanych przez pacjentów przy pomocy aplikacji iWound.....	35
Ryc. 9. Wygląd graficzny aplikacji z perspektywy lekarza. Pytania wraz z odpowiedziami wypełnionymi przez pacjenta.....	36
Ryc. 10. Graficzny schemat działania aplikacji zgodny z założeniami strategii II - czynnej.....	38
Ryc. 11. Wygląd graficzny aplikacji zarejestrowanej na telefonie komórkowym pacjenta. Pytania dotyczące gojenia rany oraz ankieta końcowa	39
Ryc. 12. Wygląd graficzny aplikacji z perspektywy lekarza. Ankieta końcowa.....	40
Ryc. 13. Wygląd graficzny aplikacji z perspektywy lekarza. Panel podstawowy pacjenta.	40
Ryc. 14. Wygląd graficzny aplikacji z perspektywy lekarza. Możliwość przekazania oraz udostępnienia terapii.	41
Ryc. 15. Wygląd graficzny aplikacji z perspektywy lekarza. Możliwość wysłania prośby o dodatkowe fotografie.	42
Ryc. 16. Schemat kołowy przedstawiający odsetek pacjentów zarejestrowanych w stosunku do wszystkich pacjentów zaproszonych do zainstalowania aplikacji iWound. Porównanie strategii I i II	44
Ryc. 17. Histogram przedstawiający rozkład wieku pacjentów zaproszonych do zainstalowania aplikacji iWound podczas realizacji strategii II. Rozkład nie ma cech rozkładu normalnego.....	45
Ryc. 18. Porównanie graficznej średniej wieku pacjentów, którzy zarejestrowali się i nie zarejestrowali się w aplikacji iWound.	46
Ryc. 19. Diagramy kołowe przedstawiające stosunek odsetka wymienionych zmiennych	47
Ryc. 20. Wykres rozkładu płci w grupie pacjentów zarejestrowanych i niezarejestrowanych w aplikacji iWound	48

Ryc. 21. Wykres rozkładu operacji małych i dużych w grupie pacjentów zarejestrowanych i niezarejestrowanych w aplikacji iWound.....	49
Ryc. 22. Wykres rozkładu pacjentów z chorobą nowotworową i nienowotworową w grupie zarejestrowanych i niezarejestrowanych w aplikacji iWound.....	50
Ryc. 23. Wykres rozkładu liczby pacjentów operowanych w trybie pilnym oraz planowym w grupie zarejestrowanych i niezarejestrowanych w aplikacji iWound.....	51
Ryc. 24. Diagram kołowy przedstawiający odsetek pacjentów, którzy pozostali w kontakcie zdalnym w zalecanym przez WHO okresie, oraz pacjentów, którzy nie utrzymali kontaktu.	52
Ryc. 25. Diagram kołowy przedstawiający odsetek pacjentów, którzy odpowiedzieli na pytania ankiety końcowej	53
Ryc. 26. Diagramy kołowe przedstawiające odsetek odpowiedzi TAK, NIE, NIE WIEM na pytania ankiety końcowej.....	54