

Dr n. med. Anna Chrapusta

Modyfikacja metody replantacji palców w II strefie Verdana w amputacjach nie-gilotynowych



Kraków–Wrocław, 2017



Modyfikacja metody replantacji palców w II strefie Verdana w amputacjach nie-gilotynowych

Dr n. med. Anna Chrapusta

Anna Chrapusta



Małopolskie Centrum Oparzeniowo-Plastyczne,
Replantacji Kończyn z Ośrodkiem Terapii Hiperbarycznej
Szpitala Specjalistycznego im. Ludwika Rydygiera w Krakowie

Recenzja naukowa:
Prof. dr hab. n. med. Wojciech Witkiewicz
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

Wydawca:
© Copyright Evereth Publishing Sp. z o.o., 2017

DOI: dx.doi.org/10.15374/books-replantation-Chrapusta

ISBN 978-83-62342-12-9

Podziękowania

*Praca poświęcona pamięci prof. Jacka Puchały
i dedykowana Pani prof. Marii Marzenie Pąchalskiej,
z podziękowaniem za współpracę i włączenie neuropsychologii
klinicznej w kompleksowe leczenie pacjentów po replantacjach.*

Spis treści

1. WSTĘP	STR. 7
1.1. WPROWADZENIE.....	STR. 7
1.2. ANATOMIA CHIRURGICZNA RĘKI.....	STR. 13
1.3. ZASADY REPLANTACJI PALCÓW W II STREFIE ZGINACZY WG VERDANA	STR. 15
2. ZAŁOŻENIA I CELE PRACY.....	STR. 22
3. MATERIAŁ KLINICZNY I METODY BADAŃ	STR. 23
3.1. GRUPA BADANA – WŁASNA MODYFIKACJA.....	STR. 24
3.2. GRUPA KONTROLNA – METODA TRADYCYJNA.....	STR. 28
4. WYNIKI	STR. 32
4.1. OCENA WYNIKÓW REPLANTACJI PRZEPROWADZONYCH Z ZASTOSOWANIEM WŁASNYCH MODYFIKACJI POSTĘPOWANIA.....	STR. 32
4.2. WYNIKI ANALIZY STATYSTYCZNEJ CZYNNIKÓW WPŁYWAJĄCYCH NA PRZEŻYTCIE W GRUPIE BADANEJ Z PODZIAŁEM NA AMPUTACJE CAŁKOWITE I SUBTOTALNE.....	STR. 37
5. DYSKUSJA	STR. 47
6. WNIOSKI.....	STR. 60
7. PIŚMIENICTWO.....	STR. 61
ZAŁĄCZNIK 1.....	STR. 68
KRAKOWSKIE PROCEDURY REPLANTACYJNE	STR. 68
PREZENTACJA CHORYCH PO REPLANTACJI.....	STR. 76

1. WSTĘP

Podjęcie tematu pracy jest wynikiem mojego 20-letniego doświadczenia w przeprowadzeniu 200 replantacji i 300 rewaskularyzacji u dzieci i dorosłych. Naukę rozpocząłam pod kierownictwem Marii i Tadeusza Łyczakowskich i kontynuowałam u prof. Jacka Puchały.

1.1. WPROWADZENIE

Od najdawniejszych czasów utrata ręki była postrzegana jako jedno z najpoważniejszych kalectw, jakie może dotknąć człowieka. Już w starożytności opisywane były próby konstruowania metalowych protez rąk. W czasach Imperium Rzymskiego Pliniusz Starszy wspominał o rzymskim generale, który kazał wykonać dla siebie metalową protezę ręki. Jej zadaniem było trzymanie tarczy obronnej. Jedną z najbardziej podziwianych protez w historii to średniowieczna proteza niemieckiego rycerza Götza von Berlichingena. Była to mechaniczna dłoń oceniana jako prawdziwy cud techniki. Posiadała ona ruchome, mechaniczne palce zaciskane przykładowo na rękojeści miecza za pośrednictwem skomplikowanych elementów sprężynowych [1]. Jedną z najważniejszych przyczyn rozwoju technik protetycznych były opisywane od czasów średniowiecza fale samobójstw żołnierzy, którzy po utracie kończyn nie widzieli możliwości dalszego życia. Te historyczne przykłady wyjaśniają pokrótce powagę problemu, jakim jest urazowa utrata ręki lub jej części.

Jeden z najznamienszych chirurgów średniowiecza, Guy de Chauliac, w swoim dziele Chirurgia Magna z 1363 roku napisał, że ponowne przytwierdzenie amputowanej części ciała nie jest możliwe. W 1814 roku w czasopiśmie Edinburgh Medical and Surgical Journal William Balfour opisał udaną „replantację” częściowo uciętych palców II, III i IV, którą wykonał u swojego syna, bez zespołów naczyniowych [2]. Historia rozwoju replantacji sięga początków XX wieku, kiedy to Aleksis Carrel wykonał pierwszą replantację kończyny tylnej u psa dzięki opracowaniu techniki zespołów naczyń krwionośnych, co miało miejsce już w 1906 roku. Dzięki temu osiągnięciu Carell otrzymał Nagrodę Nobla w 1912 roku. Halsted i Hoffner to kolejne nazwiska zasłużonych prekursorów medycyny replantacyjnej eksperymentalnej [2, 3].

W czasie I i II Wojny Światowej rutynowym postępowaniem była amputacja kończyny z uszkodzonym ukrwieniem. Prawdziwym przełomem była wojna w Korei, podczas której, w celu ratowania kończyn żołnierzy, wprowadzono metodę pierwotnej rekonstrukcji naczyń krwionośnych. Spowodowało to spadek odsetka urazów kończących się amputacją z 49% w trakcie II Wojny Światowej do 13% w czasie wojny w Korei [2–4]. Średnica sztytych wówczas naczyń krwionośnych wynosiła około 4 mm, gdyż z przyczyn technicznych mniejsze nie mogły być rekonstruowane. Brakowało w tamtych czasach możliwości powiększenia obrazu, odpowiednich narzędzi i szwów. Wprawdzie już w 1921 roku Carl-Olof Nysten opracował pierwszy mikroskop chirurgiczny, ale był on stosowany w tamtych latach w laryngologii i neurochirurgii [5–7].

Połowa XX wieku przyniosła ogromne zainteresowanie poszukiwaniami możliwości szycia coraz mniejszych naczyń krwionośnych. Metody te testowano eksperymentalnie na zwierzętach, odkrywając coraz to nowe obszary praktycznego zastosowania. W 1954 roku Rosjanin Lapchin-

sky wykonał replantację kończyny u psa. Prace eksperymentalne na zwierzętach przeprowadzali również Snyder, McDonald, Eiken i Buncke. W czasach przed rozwojem mikrochirurgii wykonywanie replantacji palców z powodów technicznych było niemożliwe. Oprócz mikroskopu operacyjnego potrzebne były jeszcze odpowiednie materiały szewne i instrumentarium. Kolejnym przełomem było pierwsze zastosowanie w 1960 roku, przez Jacobsona i Suareza, mikroskopu do rekonstrukcji naczyńniowych [4, 6–9]. Kolejnym przełomem było przysycie w 1962 roku, przez Malta i McKhanna, kończyny amputowanej na wysokości ramienia, u 12-letniego chłopca [4, 10]. Była to pierwsza udana replantacja ramienia u człowieka. Jules Jacobsen wprowadził pojęcie „microvascular surgery” i zespolił pierwsze naczynie o średnicy poniżej 1,5 mm. Za ojca mikrochirurgii uznaje się Harrego Buncke, który wprowadził mikrochirurgię do chirurgii plastycznej oraz opracował pierwszy zestaw narzędzi mikrochirurgicznych. Dzięki możliwości zastosowania nowatorskich wówczas materiałów szewnych o średnicy 8,0 wykonał on jako pierwszy zespolenie naczynia krwionośnego o średnicy 1 mm. W 1962 roku Kleinert i Kasdan przeprowadzili pierwszą rewaskularyzację subtotalnie amputowanego kciuka. Sześć lat później Komatsu i Tamai dokonali z powodzeniem replantacji całkowicie uciętego kciuka [2]. Inne nazwiska pionierów tej dziedziny to O'Brien, Tamai, Tsuge [3, 8].

W miarę rozwoju umiejętności zespalania coraz to mniejszych naczyń tętniczych i żylnych, pojawił się nowy problem – wykrzepiania krwi w szytych naczyniach krwionośnych. Im mniejsze naczynia były zespalane, tym większy problem odnotowywano z wykrzepianiem rekonstruowanych naczyń. W celu zmniejszenia odpowiedzi organizmu posłużono się odkryciem sprzed lat, heparyną. Została ona odkryta w 1916 roku przez studenta drugiego roku medycyny, Jay'a McLeana i miała udokumentowane silne działanie przeciwzakrzepowe, co jest do dziś dobrodziejstwem koniecznym do wykorzystania w rekonstrukcjach mikrochirurgicznych [3, 6, 11–14].

Polska zapisała się na kartach historii replantacji bardzo wcześnie. Pierwsza replantacja ręki w naszym kraju była wykonana już w 1971 roku w Trzebnicy. Wynik tego zabiegu był bardzo dobry nie tylko pod względem efektu estetycznego, ale również pod względem funkcjonalnym, gdyż pacjent odzyskał siłę uścisku pozwalającą na dźwiganie przedmiotów przyszytą ręką. Wagę tego wydarzenia podkreśla fakt, że była to ósma na świecie replantacja ręki. Dla porównania, pierwsza replantacja ręki w Wielkiej Brytanii była przeprowadzona aż trzy lata później, dopiero w 1974 roku [7].

Pomimo prawie 50-letnich doświadczeń, urazowa amputacja ręki i kończyny górnej stanowi na świecie wciąż ogromne wyzwanie i jest przyczyną wielu kontrowersji. Opracowane bezwzględne wskazania do replantacji są bardzo wąskie i obejmują amputację gilotynową ręki lub kciuka, mnogie amputacje palców czy amputację przącia lub skalpację głowy. Wszystkie pozostałe urazy mogą, ale nie muszą, być poddawane replantacji [10–12]. Stosunkowo niewielka liczba doświadczonych mikrochirurgów ręki w stosunku do dużej grupy poszkodowanych pacjentów, jak i problemy rasowe lub ubezpieczeniowe w niektórych krajach, to problem znacząco wpływający na epidemiologię replantacji [15]. Kolejnym powodem trudności w kwalifikacji jest szereg czynników związanych z samym urazem. Wpływają one znacząco na powodzenie zabiegu, a należą do nich m.in.: wysokość i mechanizm urazu, obciążenia i urazy towarzyszące oraz czas i warunki transportu, jak i czas rozpoczęcia zabiegu od chwili urazu. Każdy element działań – począwszy od kontaktu z pacjentem na miejscu wypadku, a skończywszy na rehabilitacji pooperacyjnej – ma wpływ na ostateczny wynik. Ważne są tu czynniki, takie jak: prawidłowe zaopatrzenie kończyny na czas transportu, odpowiednio szybkie przewiezienie pacjenta do replantacji, wy-

kwalifikowany zespół chirurgów przeprowadzających zabieg replantacji oraz odpowiednie wtórne leczenie rekonstrukcyjne, które pozwoli na usprawnienie palców ręki dzięki współpracy z doświadczonym zespołem rehabilitantów [6, 17].

Amputacja urazowa to przerwanie ciągłości tkanek połączone z przerwaniem krążenia krwi w części ciała zlokalizowanej obwodowo od miejsca zadziałania czynnika przerywającego tę ciągłość. Najczęściej do amputacji dochodzi na skutek ingerencji wprawionego w ruch odpowiednio dużego ostrego przedmiotu, który na swojej drodze napotyka ciało człowieka i powoduje odcięcie jego części. Jeżeli częścią tą jest obwodowy fragment kończyny górnej, rzadziej dolnej, to uraz ten zwykle nie powoduje bezpośredniego zagrożenia życia. Im bardziej proksymalnie znajduje się linia amputacji, tym trudniej jest zapewnić skuteczną hemostazę warunkującą bezpieczeństwo pacjenta po wypadku. Urazowe przerwanie ciągłości wszystkich tkanek kończyny w jej części bliższej może być przyczyną zaistnienia ryzyka wstrząsu hipowolemicznego w wyniku utraty krwi [4].

Amputacje możemy podzielić na całkowite i niecałkowite. Amputacja całkowita to kompletna utrata ciągłości wszystkich tkanek z pełnym oddzieleniem części amputowanej kończyny od reszty kończyny, zwanej w tym miejscu kikutem. Uraz ten, jak wspomniano, może przebiegać na różnych wysokościach. Podział z uwzględnieniem rodzaju nieprzeciętych tkanek opracował Biemer [18]. Według klasyfikacji amputacji subtotalnych Biemera w typie I pozostaje ciągłość kości, w typie II ciągłość prostowników, w typie III ciągłość zginaczy, w typie IV ciągłość nerwów, a w typie V ciągłość skóry lub tkanki podskórnej. Najczęściej amputacji ulegają palce ręki, głównie jako wynik wypadków w pracy. Odcięciu może ulec obwodowa część palca, która, jeżeli nie dotyczy samej opuszki, wymaga wykonania odtworzenia krążenia na drodze mikrochirurgicznych zespolen naczyńniowych, których zakres różni się pomiędzy autorami (Fot. 1–3) [18–20]. Klasyfikację amputacji dystalnych obejmującą I strefę według Verdana opracowali Allen i Hirase [19]. O ile amputacje obwodowe palców mogą być zdyskwalifikowane z replantacji bez większego ograniczenia funkcji palca, to amputacje połowy palca, szczególnie gdy dotyczy to kilku palców, mogą tę funkcję znacznie utrudnić. Przykład mnogiej amputacji palców przebiegającej przez paliczki środkowe przedstawiają Fot. 4–6.

Najważniejszym palcem ręki jest kciuk. Jego utrata powoduje kalectwo wynikające z pogorszenia funkcji ręki o 50%. Amputacja kciuka jest podręcznikowym przykładem wskazań do replantacji, szczególnie gdy mamy do czynienia z tak zwanym cięciem gilotynowym, pozostawiającym równe brzegi rany. Tradycyjny podział amputacji pod względem mechanizmu urazu pozwala na wyróżnienie następujących typów urazu:

1. amputacje gilotynowe;
2. amputacje ze zmiżdżeniem;
3. amputacje z wyrwania.

Yamano wprowadził bardziej szczegółowy podział mechanizmu amputacji na:

- I. gilotynowe – cechujące się równymi brzegami po obu stronach cięcia;
- II. tępe – cechujące się stłuczeniem i zmiżdżeniem tkanek na wąskim obszarze sąsiadującym z płaszczyną cięcia;
- III. tłuczne – cechujące się zmiżdżeniem tkanek na znacznie szerszym obszarze niż miejsce cięcia;

IV. awulsje – cechujące się wielopoziomowym uszkodzeniem tkanek z wyrwaniem ich z kikuta kończyny lub części amputowanej, nawet na bardzo dużej odległości od miejsca rozerwania tkanek;

V. mieszane [20].

Amputacje gilotynowe traktowane są jako najbardziej „wdzięczne” do replantacji. Ułatwiają to gładkie brzegi rany i znajdujące się równo w brzegach rany kikuty koniecznych do zespolenia struktur. Przykłady amputacji gilotynowej kciuka przedstawiają Fot. 7 i 8.

Amputacje ze zmiżdżeniem mogą powodować miejscowe zniszczenie tkanek albo całkowite zniszczenie amputowanej kończyny. W pierwszym wypadku replantacja, jeżeli jest podejmowana, jest dużym wyzwaniem. Również nierzadko jest nim korzystne zaopatrzenie kikuta z zaoszczędzeniem zachowanej długości kończyny.

Uraz zmiżdżeniowy jest podobny pod względem zakresu zniszczeń do urazu z „wymieleniem” tkanek w maszynach rolniczych czy maszynkach kuchennych, np. do mięsa. Towarzyszące tym urazom, obok dramatycznych ubytków wielotkankowych, jest silne zabrudzenie tkanek na dużo większej powierzchni niż w amputacjach gilotynowych. Ryzyko zakażenia tych ran jest nieporównywalnie większe, nawet gdy jedynie zaopatrujemy kikut. Urazy te są ogromnym wyzwaniem dla chirurgii rekonstrukcyjnej i jeżeli skłaniają nas do podjęcia decyzji o replantacji, wymagają wiele doświadczenia i nierzadko zastosowania nietypowych chirurgicznych technik (Fot. 9–14) [10, 12, 13].

Trzeci wspomniany mechanizm amputacji to mechanizm awulsji, czyli wyrwania. Mechanizm ten jest jedną z najczęściej podkreślanych przyczyn dyskwalifikujących z replantacji. Wyrwanie powoduje uszkodzenie tkanek na różnej wysokości, często odległej od miejsca rany. Cechą takiego urazu jest obecność w kikucie i części amputowanej kilku, a nawet kilkunastocentymetrowych zwisających fragmentów nerwów i ścięgien (Fot. 15–19).

Awulsje na odcinku bardziej proksymalnym, obejmującym grupy mięśniowe, związane są, oprócz typowych cech wielopoziomowego uszkodzenia tkanek, z dużym obrzękiem kikuta i części amputowanej. Nawet tak mała grupa mięśni, jaką jest kłęb kciuka, może powodować konieczność pobrania dużego fragmentu skóry pośredniej grubości do zamknięcia ubytków. Przykład taki przedstawiają Fot. 20 i 21 [12, 13].

Amputacje przechodzące poprzez przedramię lub ramię, zwane wysokimi amputacjami, są łatwiejsze do przeprowadzenia, ale wymagają dużo szybszego działania. Jeżeli uraz taki dotyczy małych dzieci, wówczas mamy do czynienia zarówno z trudnościami technicznymi wynikającymi z małych średnic naczyń krwionośnych, jak i z jeszcze większą presją czasu. Wynika to ze znacznie większego ryzyka wstrząsu hipowolemicznego u dziecka [3, 10, 14]. Przykład trudnej amputacji u dziecka pokazany jest na Fot. 22–25.

Decyzja o replantacji w awulsji kończyny górnej na wysokości łokcia jest o wiele trudniejsza i wymaga od operatora dużego doświadczenia. Jeżeli urazowi towarzyszy skalpacja, należy rozważyć jaką część skóry z tkanką podskórną zachować, a jaką od razu zastąpić przeszczepem skóry. Takie decyzje są bardzo trudne. Przykłady awulsji kończyny przedstawiają Fot. 26–29.

Jeżeli wyrwaniu kończyny towarzyszą inne uszkodzenia, wówczas decyzja o postępowaniu musi brać pod uwagę na pierwszym miejscu stan zagrożenia życia pacjenta. Decyzja o replantacji nie może opierać się wówczas jedynie na doświadczeniu chirurga [4]. Urazy wielonarządowe wymagają zaopatrzenia przez zespół wielospecjalistyczny. W pierwszej kolejności muszą być zaopatrzone urazy stanowiące zagrożenie życia pacjenta. Tylko w szczególnych wypadkach, dotyczących zwłaszcza młodych ludzi, można podejmować ryzyko replantacji kończyny pomimo obecności innych rozległych uszkodzeń. Pacjent musi mieć wówczas zapewnione zaplecze intensywnej terapii i być pod opieką anestezjologa. Odpowiedzialność za zabieg w takich przypadkach spoczywa głównie na lekarzach, gdyż po silnie traumatycznych wypadkach zdolność racjonalnego podejmowania decyzji jest wątpliwa, pacjent może znajdować się w szoku pourazowym, a nawet, w momencie przybycia do szpitala, może być na granicy wstrząsu hipowolemicznego, jeżeli od chwili wypadku doszło do znacznej utraty krwi. Przykład takiego urazu przedstawiają Fot. 30–37.

Wielopoziomowe uszkodzenia tkanek uznawane są za przeciwwskazanie do replantacji. Powodem tego jest konieczność wykonywania zespołów naczyniowych czy nerwów na kilku poziomach, co znacznie zwiększa ryzyko powikłań i niepowodzenia. Wykonanie zespołów żylnych przy uszkodzeniu spływu na przebiegu żył jest przyczyną nieefektywnego zabiegu i martwicy replantowanej kończyny. Uraz taki jednak nie może być bezwzględny przeciwwskazaniem do replantacji, co dowodzą Fot. 38–40 [6, 16, 17].

Najczęstszą przyczyną amputacji palców i rąk jest piła mechaniczna. W zależności od szerokości zębów piły obraz kliniczny może nie wykazywać znacznych ubytków, ale może również przedstawiać rozległe ubytki tkankowe. Mechanizm takiej amputacji zawiera komponenty awulsji, stłuczenia, a czasem zmiżdżenia tkanek (Fot. 41–47). Innym przykładem amputacji piłą z uszkodzeniem różnej szerokości pasa tkanek jest amputacja ręki na wysokości przedramienia (Fot. 48–57). Szczególną uwagę zwraca obrzęk towarzyszący tym urazom, który wymaga bezwzględnie zamknięcia ran przeszczepami skóry pośredniej grubości. Obrzęk ten ustępuje samoistnie, w czym pomaga odpowiednia rehabilitacja pooperacyjna.

Amputacje niecałkowite polegają na urazowym oddzieleniu różnej wysokości kończyny od ciała pacjenta, z pozostawieniem ciągłości tkanki niemającej wpływu na przeżycie kończyny. Amputacja niecałkowita wymaga, podobnie jak amputacja całkowita, odtworzenia ciągłości kości, ścięgien, naczyń krwionośnych tętniczych i żylnych, jak i nerwów [18]. Brak całkowitego odcięcia kończyny nie pozwala na zastosowanie niedokrwienia zimnego, gdyż kończyna transportowana jest razem z pacjentem. Jednocześnie każdy fragment skóry posiadający jakiegokolwiek naczynia żyłne łączące część amputowaną z kikutem jest ważny z powodu możliwości posiadania mikroskopijnych naczyń żylnych, które mogą wspomagać odtworzony przez chirurga spływ żylny. Dlatego każde połączenia amputowanej części z resztą kończyny są bardzo cenne i wymagają szczególnie delikatnego obchodzenia się w trakcie zmiany opatrunku, oceny stopnia urazu i przygotowania pacjenta do transportu. W grupie amputacji niecałkowitych znajdują się również pacjenci po rozległych urazach niszczących znaczny zakres tkanek, również tych na przebiegu połączenia amputowanej części kończyny z jej kikutem. Niektóre urazy wymagają szczególnie dużo uwagi w celu zidentyfikowania struktur, np. gdy uraz dotyczy śródreżca. Śródreżce cechuje się w praktyce najwyższym poziomem trudności rekonstrukcyjnej, jeżeli amputacja niecałkowita przebiega od strony grzbietowej lub jest połączona z rozległymi uszkodzeniami na wysokości obu łuków dłoniowych. Jeżeli można wypreparować tkanki potrzebne do przywrócenia żywności i zapewnienia podstawowej funkcji ręki, wówczas można podjąć decyzję o próbie ra-

towania kończyny. Wszystkie decyzje w takich wypadkach muszą być podejmowane wspólnie z pacjentem. Ważna jest dobra współpraca zarówno z pacjentem, jak i rehabilitantem. Konieczne jest zaplanowanie wtórnych zabiegów rekonstrukcyjnych tak, by sukces w postaci zadowolającej funkcji mógł zostać osiągnięty. Jeżeli uzyska się przeżycie palców ręki, wtórne korekcje odpowiednio dopasowane do wieku, obciążeń czy potrzeb pacjenta są możliwe do przeprowadzenia w celu osiągnięcia jak najbardziej zadowolającego ostatecznego wyniku [6, 23–26]. Przykład amputacji niecałkowitej przedstawiają Fot. 58–61.

Jeżeli amputacja palców połączona jest ze zniszczeniem tkanek całego śródreźcza, wówczas dyskwalifikacja z zabiegu jest kwestią zrozumiałą i oczywistą. Jeżeli pomimo tego próbujemy rozważyć działanie dające szansę na uzyskanie jakiegokolwiek funkcję ręki, to najważniejsze w tej decyzji jest istnienie nieuszkodzonego kciuka lub taki zakres urazu, który w przyszłości daje szansę na przeprowadzenie zabiegu policyzacji wskaziciela, aby umożliwić chwyt pęsetkowy [24, 25]. W innym wypadku należy zaopatrzyć kikut w miarę możliwości z zaoszczędzeniem długości śródreźcza czy nadgarstka w celu przyszłego oprotezowania ręki. Protezy kosmetyczne palców i ręki oraz funkcjonalne przedramienia są bardzo cenną alternatywą dla pacjenta. Niemniej jednak, z powodu braku czucia ich wykorzystanie w pracach codziennych jest wciąż ograniczone. Przykład trudnej subtotalnej amputacji palców z rozległymi zniszczeniami tkanek śródreźcza przedstawiają Fot. 62–65.

Jeszcze inną grupą poważnych urazów, które oprócz komponentów amputacji urazowej niosą dodatkowo oparzenia tkanek, są urazy doznane w wyniku wybuchu petard. Leczenie chirurgiczne takiej rany jest trudne, gdy nie decydujemy się na amputację całości zniszczonych tkanek. Wykorzystanie technik mikrochirurgicznych wymaga czasem niestandardowych rozwiązań, co pokazują Fot. 66–71.

Szczególnie trudną replantacją jest jednoczasowa replantacja dwóch rąk, zwłaszcza gdy nie może być wykonana przez dwa jednakowo doświadczone zespoły. Już w pojedynczej amputacji na wysokości przedramienia czy ręki istnieje duże ryzyko wstrząsu hipowolemicznego. Zabieg obustronny musi być przeprowadzony szczególnie szybko. Nie może to odbyć się drogą obniżenia staranności pracy, gdyż taki pacjent nie może w żaden sposób pomóc sam sobie w rehabilitacji. Zminimalizowanie błędów jest najważniejszą drogą do powrotu funkcji ręki po takim zabiegu. Przykład amputacji obu rąk i wyników po replantacji widoczne są na Fot. 72–75.

W celu podjęcia najkorzystniejszej decyzji o próbie replantacji, szczególnie w skomplikowanych przypadkach, należy brać pod uwagę, oprócz wieku i stanu zdrowia pacjenta, szereg innych czynników. Należą do nich: zawód pacjenta, czas potrzebny pacjentowi na powrót do pracy, szansa na dalszą współpracę z pacjentem przy rehabilitacji i wtórnych zabiegach rekonstrukcyjnych.

Tematem niniejszej pracy jest replantacja palców. Przedstawiony tu autorski materiał wysokich replantacji dowodzi szczególnej roli szerokiej fasciotomii i beznapięciowego zamykania skóry w replantacjach. Doświadczenia te skłoniły do opracowania systemu postępowania w replantacjach ze szczególnym naciskiem na minimalizację napięcia tkanek. Jedną z nowatorskich modyfikacji jest metoda beznapięciowego szycia skóry palców, co według obserwacji autora wpłynęło znacząco na poprawę przeżywalności replantowanych palców. Powodzenia replantacji osiągnane w grupie tzw. przeciwwskazań do replantacji wydają się być szczególnie cennym dowodem na istotność tych modyfikacji. Stało się to przyczyną przeprowadzenia poniższych badań. Wielu au-

torów uważa, że to uzyskana funkcja jest wymierną oceną sukcesu replantacji [4, 26–29]. Z drugiej strony przywrócenie funkcjonalności nie jest jedynie zasługą chirurga. Leczenie pacjenta po replantacji powinno opierać się na specjalistycznej rehabilitacji ręki. Ograniczenie celowości replantacji lub jej wyników jedynie do roli chirurga wydaje się być niekompletne. Sam zabieg replantacyjny nie musi od razu zapewnić zadowalającego zakresu ruchu lub czucia. Oprócz rehabilitacji mamy jeszcze do dyspozycji rozmaite, szczegółowo opracowane techniki rekonstrukcyjne, które są dobierane w zależności od potrzeb [24, 25, 29, 30]. Przykład takiego prowadzenia przedstawiają Fot. 76–78, prezentujące subtotalną amputację palca III i efekt funkcjonalny po rehabilitacji oraz tenolizie zginacza.

Spośród wielu czynników wpływających na kwalifikację do replantacji należy pamiętać, że istotnym czynnikiem jest chęć pacjenta i szansa na jego dalszą współpracę z ośrodkiem prowadzącym kompleksowe wielospecjalistyczne leczenie [31].

1.2. ANATOMIA CHIRURGICZNA RĘKI

Głównymi elementami biorącymi udział w motoryce palców są ścięgna mięśni zewnętrznych: zginaczy, prostowników i odwodzicieli kciuka, tworzących odpowiednie grupy na przedramieniu. Przebieg ścięgien mięśni zginaczy zewnętrznych oraz system pochewek jest jednym z najistotniejszych elementów anatomii funkcjonalnej ręki. Mięsień zginacz powierzchowny palców posiada cztery brzośnie, z których wychodzą cztery ścięgna biegnące pod troczkiem zginaczy przez kanał nadgarstka, dochodząc do paliczka bliższego. Tam dzielą się na dwie odnogi, które tworzą szczelinę, przez którą przechodzi ścięgno zginacza głębokiego palców. Miejsce to nazywa się „chiasmą Cambera”. Przyczep dalszy ścięgien zginaczy powierzchownych to paliczek środkowy, dlatego mięsień ten odpowiada za zgięcie w stawach międzypaliczkowych bliższych oraz zgięcie w stawie promieniowo-nadgarstkowym, śródrečno-paliczkowym oraz odpowiada za przywodzenie palców. Przyczep dalszy mięśnia zginacza głębokiego palców to podstawy paliczek dalszych, dlatego jego najważniejszą rolą jest zgięcie w stawach międzypaliczkowych dalszych. Następnym zewnętrznym mięśniem ręki jest mięsień zginacz długi kciuka, którego przyczep dalszy zlokalizowany jest na podstawie paliczka dalszego kciuka. Mięsień ten zgina i odwodzi dłoń w stawie promieniowo-nadgarstkowym oraz zgina kciuk we wszystkich jego stawach. Oprócz tych mięśni, również mięśnie krótkie śródrečna biorą udział w ruchu palców. Są to mięśnie glistowate. Dwa mięśnie glistowate po stronie promieniowej przyczepiają się tylko do promieniowego brzegu odpowiedniego ścięgna, natomiast dwa zlokalizowane po stronie łokciowej posiadają dwie głowy i przyczepiają się do dwóch sąsiednich ścięgien zginaczy głębokich palców. Mięśnie glistowate, kierując się ku czterem palcom, przechodzą w wąskie ścięgna położone po stronie dłoniowej od więzadeł poprzecznych głębokich śródrečna, a następnie wnikają od strony promieniowej w rozciężno grzbietowe na wysokości paliczek bliższych II, III, IV i V palca. Dzięki temu przebiegowi mięśnie te mają funkcję zginaczy stawów śródrečno-paliczkowych II–V oraz funkcję prostowników w stawach międzypaliczkowych. Unerwienie I i II mięśnia glistowatego pochodzi od nerwu pośrodkowego, natomiast III i IV od nerwu łokciowego. Unaczynienie pochodzi od łuku dłoniowego powierzchownego.

Odmianą anatomii kciuka podkreślają mięśnie kłębu. Najbardziej powierzchownie położony jest mięsień odwodziciel krótki kciuka, który na swym przebiegu obejmuje trzyczekę promieniową stawu śródrečno-paliczkowego, a w części dalszej przytwierdza się do bocznego brzegu podstawy bliższego paliczka kciuka. Kolejnym mięśniem posiadającym przyczep dalszy na podstawie paliczka bliższego kciuka jest mięsień zginacz krótki kciuka. Obie głowy tego mięśnia zbiegają się w części dalszej i obejmują trzyczekę promieniową i łokciową. Kolejnym mięśniem kłębu posiadającym przyczep na podstawie paliczka bliższego kciuka jest mięsień przywodziciel kciuka, który obejmuje na przebiegu trzyczekę łokciową. Istotne klinicznie jest unerwienie mięśni kłębu, które pochodzi od nerwu pośrodkowego, za wyjątkiem głowy głębokiej mięśnia zginacza krótkiego kciuka i mięśnia przywodziciela kciuka, które unerwione są przez nerw łokciowy.

Do strony łokciowej paliczka bliższego palca małego przyczepia się mięsień odwodziciel palca małego. Jest to największy mięsień małego palca zlokalizowany w powierzchownej warstwie. Mięsień ten odwodzi i zgina mały palec w stawie śródrečno-paliczkowym, a przy wyprostowanym palcu zgina w stawie śródrečno-paliczkowym i prostuje w obu stawach międzypaliczkowych. Do powierzchni dłoniowej paliczka bliższego palca małego przyczepia się mięsień zginacz krótki palca małego. Jego funkcja to zginanie palca małego w stawie śródrečno-paliczkowym.

W grupie tylnej przedramienia znajduje się mięsień prostownik palców, którego cztery ścięgna kierują się na podstawy powierzchni grzbietowych paliczków bliższych palców i przechodzą w rozcięgno grzbietowe, które przyczepia się do podstaw paliczków dalszych palców II–V. Jego czynność to wyprost palców w stawach śródrečno-paliczkowych i odwodzenie palców. Cechą charakterystyczną ścięgien prostowników na śródreczu są połączenia ścięgniaste pomiędzy sąsiadującymi ścięgnami. Mięsień prostownik palców jest również najsilniejszym prostownikiem w stawie promieniowo-nadgarstkowym. Prostowanie palca małego wspomaga drugi prostownik, który kończy się na powierzchni grzbietowej podstawy paliczka bliższego palca V, przechodząc w rozcięgno grzbietowe. Również wskaziciel posiada dodatkowy prostownik, który łączy się ze ścięgnem dla wskaziciela od prostownika palców i kończy w rozcięgnię grzbietowym wskaziciela. Jego czynność to prostowanie wskaziciela oraz odwodzenie w stronę promieniową. Kolejne mięśnie zewnętrzne odpowiadające za działanie kciuka to: odwodziciel kciuka długi, który dochodzi do podstawy pierwszej kości śródrecza (odwodzi rękę w stawie promieniowo-nadgarstkowym) i mięsień prostownik krótki kciuka, który dochodzi do podstawy paliczka bliższego kciuka – prostuje kciuk w stawie śródrečno-paliczkowym oraz odwodzi kciuk. Mięsień prostownik długi kciuka rozpoczyna się na tylnej powierzchni kości łokciowej i błonie międzykostnej przedramienia i dochodzi do podstawy paliczka dalszego kciuka. Jest to słaby prostownik stawu promieniowo-nadgarstkowego, prostuje kciuk we wszystkich jego stawach, przywodzi kciuk, współpracując z pierwszym mięśniem międzykostnym grzbietowym. Na powierzchni grzbietowej nadgarstka ścięgna prostowników biegną w określonych przedziałach. I tak przedział pierwszy, zlokalizowany najbardziej odpromieniowo, zawiera ścięgno odwodziciela długiego i prostownika krótkiego kciuka. Przedział drugi zawiera ścięgna prostownika długiego i krótkiego nadgarstka. Przez trzeci przedział przebiega prostownik długi kciuka. Przedział czwarty obejmuje ścięgna prostowników wspólnych i własny wskaziciela. Osobny przedział, piąty, dedykowany jest prostownikowi własnemu palca V. Ostatni przedział, szósty, zawiera ścięgno prostownika łokciowego nadgarstka.

Główne unaczynienie palców stanowią gałęzie łuku dłoniowego powierzchownego. Tętnica łokciowa jest naczyniem dominującym, odpowiadającym za 70–80% unaczynienia. Pozostałe ukrwienie pochodzi od gałęzi dłoniowej powierzchownej tętnicy promieniowej, gałęzi od łuku dłoniowego

wego powierzchownego albo gałęzi od tętnicy głównej kciuka lub tętnicy promieniowej wskaziciela. Łuk ten znajduje się powierzchownie do ścięgien zginaczy płaców i powierzchownie od nerwów i jest zlokalizowany pod rozciągniętym dłoniowym. Najbardziej dystalna część łuku sięga proksymalnie w stosunku do kresy zgięciowej dłoniowej bliższej. Gałęziami końcowymi łuku powierzchownego jest tętnica palcowa właściwa łokciowej strony palca V, która odchodzi najwcześniej, bo już na wysokości brzegu dystalnego mięśnia dłoniowego krótkiego. Następnie odchodzą tętnice palcove dłoniowe wspólne do przestrzeni międzypalcowych II, III, IV i biegną powierzchownie w stosunku do nerwów i ścięgien zginaczy oraz mięśni glistowatych, pod rozciągniętym dłoniowym. Proksymalnie od poziomu głów kości śródreżca tętnice palcove wspólne dzielą się na tętnice palcove dłoniowe właściwe do odsiebnych części wskaziciela, palca długiego i obrączkowego. Na wysokości głów kości śródreżca, w obrębie tak zwanych poduszek tłuszczowych śródreżca, tętnice palcove właściwe zmieniają położenie, przechodząc pod nerwy palcove i takie położenie obowiązuje wzdłuż całej długości palców. Pęczki naczyniowo-nerwowe na palcach leżą pomiędzy więzadłami Graysona leżącymi z przodu i więzadłami Clelanda położonymi z tyłu. Tętnice palcove dłoniowe właściwe oddają na palcu gałęzie do pęt (powierzchnowe i głębokie) oraz gałęzie grzbietowe: kłykciowe, przynasadowe, skórne i poprzeczne łuki dłoniowe. W obrębie opuszki palca końcowe gałęzie obu tętnic palcowych zespalają się, tworząc łuki tętnicze w okolicach macierzy paznokcia. Tętnica główna kciuka oraz tętnica palcowa właściwa strony promieniowej wskaziciela są odgałęzieniami tętnicy promieniowej tworzącej łuk dłoniowy głęboki.

Tętnica główna kciuka biegnie między mięśniem międzykostnym pierwszym a głową skośną mięśnia przywodziciela kciuka, krzyżując od tyłu ścięgno zginacza długiego kciuka. Na wysokości głowy pierwszej kości śródreżca dzieli się na dwie tętnice palcove właściwe dłoniowe kciuka.

Za unerwienie palców odpowiadają trzy nerwy. Gałąź czuciowa nerwu promieniowego odpowiada za unerwienie skóry powierzchni grzbietowej kciuka, paliczek podstawnych palców II, III i promieniowej strony IV i śródreżca w rzucie wymienionych promieni. Nerw pośrodkowy odpowiada za unerwienie skóry dłoniowej powierzchni śródreżca i palców I, II, III oraz promieniowej strony IV promienia. Łokciową stronę IV promienia i promień V unerwia czuciowo nerw łokciowy [32–36].

1.3. ZASADY REPLANTACJI PALCÓW W II STREFIE ZGINACZY WG VERDANA

W chirurgii ręki kierujemy się tak zwaną anatomią chirurgiczną. Bardzo ważnym podziałem wpływającym na techniki chirurgiczne oraz prowadzenie pooperacyjne zarówno replantacji, jak i głębokich ran ręki jest podział stref ścięgien zginaczy wg Verdana [37]. Według tej klasyfikacji strefa II zginaczy według Verdana, będąca tematem niniejszego opracowania, obejmuje system pochewkowy od pochewki A1, czyli wysokości stawu śródreżno-paliczkowego (region od linii dłoniowej dalszej) aż do strefy I, która rozpoczyna się dystalnie od przyczepu ścięgna FDS, czyli od wysokości połowy paliczka środkowego.

Strefy urazu zginaczy według Verdana to:

- strefa I – dystalnie od przyczepu ścięgna FDS, czyli połowa paliczka środkowego i paliczek dalszy;
- strefa II – obejmuje system pochewkowy od pochewki A1, czyli wysokości stawu śródrečno-paliczkowego lub region dystalnie od linii dłoniowej dalszej aż do strefy I;
- strefa III – od końca więzadła poprzecznego nadgarstka do strefy II;
- strefa IV – kanał nadgarstka;
- strefa V – przedramię do wysokości połączeń ścięgien z brzuścami mięśniowymi;
- strefa VI – proksymalnie do granicy ścięgnisto-mięśniowych.

Dla kciuka strefa III jest największym pasem w rzucie dalszej połowy I kości śródrečna.

Zasady kierujące pierwotnym zaopatrzeniem urazów ścięgien są bardzo ważnym tematem w chirurgii ręki. Warto tu podać zasady szycia ścięgien zginaczy i prostowników oraz związane z tym postępowanie pooperacyjne, chociaż w wypadku amputacji jedynie techniki szycia są analogiczne. Niemniej jednak, wiedza płynąca z tego tematu znacznie ułatwia indywidualne dostosowanie prowadzenia pooperacyjnego, jak i planowanie wtórnych zabiegów rekonstrukcyjnych.

1.3.1. Zasady stabilizacji kości w replantacjach palców

Skuteczna stabilizacja odłamów kości warunkuje tempo ich gojenia, co ma kluczowy wpływ na pooperacyjną funkcję ręki. Szybkie uruchomienie i rehabilitacja są podstawą osiągnięcia tego celu, a bez stabilnego zrostu kostnego jest to niemożliwe. Stabilizacja paliczków palców jest poprzedzona dopasowaniem połączonym z wyrównaniem brzegów kości, co jednocześnie daje skrócenie obu odłamów. Jeżeli w wyniku amputacji palca dochodzi do prostopadłego lub skośnego przecięcia kości bez ubytków lub odłamów pośrednich, wówczas możemy zastosować wybraną z opisanych metod stabilizacji kostnej. Najszybszą metodą, zatem szczególnie ważną w replantacjach mnogich, jest stabilizacja osiowa lub krzyżowa drutem Kirschnera (drut K). Wprowadzenie druta można wzbogacić również pętlą metalową lub założyć tzw. popręg, który wzmacnia kompresję odłamów. Stabilizacja drutem K jest szczególnie cenna w wypadku przecięcia kości w pobliżu nasad na wysokości, na których z powodu bliskiego sąsiedztwa stawów stabilizacja mikropłytkami jest niemożliwa. W amputacjach przechodzących przez środkową część trzonów można zastosować zespolenie płytką prostą, T-kształtną lub H-kształtną [13]. Kolejną alternatywą stabilizacji jest śruba kompresyjna. Poważniejszym problemem jest amputacja ze zniszczeniem kości, wieloodłamowymi złamaniami i ubytkami. Niestety obraz taki jest bardzo często spotykany w amputacjach piłą mechaniczną, która jest najczęstszą przyczyną amputacji palców. Rozległym uszkodzeniom kostnym zwykle towarzyszą różnego stopnia uszkodzenia tkanek miękkich. Należy pamiętać, że nawet przy braku wygojenia kości i uzyskaniu przeżycia palca można wykonać wtórne zabiegi naprawcze powstałego stawu rzekomego na przykład z użyciem przeszczepów kostnych [38].

Wprowadzenie osiowe drutu Kirschnera jest najszybszą i najprostszą stabilizacją, chociaż przeprowadzenie go poprzez staw nie należy do zalet. Jest to metoda z wyboru w dystalnych amputacjach palców oraz w replantacjach u dzieci. W replantacjach w II strefie Verdana stabilizacja osiowo wprowadzonym drutem nie gwarantuje odpowiedniej kompresji kości ani nie zabezpiecza przed rotacją. Dopiero szycie tkanek miękkich poprawia te warunki. Dołożenie drugie-

go drutu pod kątem przeciwdziała rotacji, a dzięki wprowadzeniu krzyżowo dwóch drutów przy złamaniu trzonu można ominąć staw [13]. Druty Kirschnera nie zapewniają sztywnej stabilizacji, co ogranicza możliwości wczesnego uruchamiania płaców i rehabilitacji. Pomimo niekorzyści, stabilizacja drutami Kirschnera jest metodą najczęściej stosowaną w replantacjach palców.

Cenną i technicznie stosunkowo łatwą metodą stabilizacji paliczka podstawnego i środkowego jest zastosowanie pętli drucianych. Polecane jest założenie osiowo dwóch pętli równolegle, czyli po stronie odpromieniowej i odłokciowej oraz trzeciej pętli poprzecznej [13].

Najpopularniejszą metodą stabilizacji złamań palców jest fiksacja minipłytkami. W tym celu stosowane są małe płytki H lub T albo płytki proste. Niemniej jednak, w wypadku replantacji ta metoda ma szereg dyskredytujących uwarunkowań. Są one związane głównie z koniecznością szerokiego preparowania tkanek i szerokiego odwarstwiania okostnej oraz z wynikającym z samej procedury przedłużaniem czasu trwania replantacji. Dodatkowo brak zrostu czy zagięcie kątowe płytek zdarza się znacznie częściej niż w stabilizacji otwartej złamań. Duże ryzyko zakażenia tkanek w amputacjach jest kolejnym tematem koniecznym do rozważenia przy podejmowaniu decyzji o stabilizacji płytkami. Dlatego metoda ta nie może być traktowana jako metoda z wyboru.

1.3.2. Zasady pierwotnej rekonstrukcji ścięgien zginaczy i prostowników

Histologicznie ścięgna zbudowane są z kolagenu typu I, stanowiącego 70% ich suchej masy. Pozostałe składniki budowy ścięgna to: glikozaminoglikany, glikoproteiny, białka niekolagenowe, włókna elastyczne, fibroblasty, elastyna, tenocyty, naczynia krwionośne i limfatyczne oraz włókna nerwowe. Fibroblasty są odpowiedzialne za syntezę kolagenowej zewnątrzkomórkowej komponenty ścięgien, które dodatkowo, oprócz niewielkiej ilości elastyny i mukopolisacharydów zwiększających zdolność wiązania wody, odpowiadają za właściwości ścięgna. Włókienka ścięgna układają się we włókna, te z kolei w pęczki, a pęczki układają się w wiązki. Ścięgno otoczone jest od zewnątrz cienką warstwą zwaną ościęgnem. Ścięgno odżywiane jest przez dyfuzję płynów tkankowych z otoczenia i przez naczynia krwionośne, posiadając unaczynienie segmentalne [39]. Strefą najsłabszego unaczynienia ścięgna jest II strefa Verdana, tzw. strefa beznacyniowa. System pochwowy warunkujący pracę ścięgien w strefie II i I Verdana jest istotnym problemem w chirurgii ręki. Najważniejsze biomechanicznie pochewki to pochewka pierścieniowa A2 i A4, a nacisk aktywnie działającego ścięgna zginacza na te pochewki sięga ponad 70 mmHg. Uszkodzenie tej części pochewki może doprowadzić do rozerwania pozostałych części w trakcie aktywnego zgięcia zginaczy [34, 40–46].

Ścięgno zginaczy po uszkodzeniu poddane jest procesowi gojenia, który dzielimy na trzy nakładające się na siebie fazy. Pierwsza faza zapalna trwa od 3 do 5 dni po szyciu ścięgna. Druga faza fibroblastyczna, czyli faza produkcji kolagenu, trwa od 5. doby do 3–6 tygodni i jest następnie zastępowana trzecią fazą przebudowy, trwającą 6–9 miesięcy. Już 8 tygodni od urazu włókna kolagenowe są dojrzałe i przyjmują układ linearny [39]. Odporność mechaniczna zeszytego ścięgna zależy w pierwszej fazie od właściwości materiału szewnego. W fazie fibroblastycznej, cechującej się proliferacją fibroblastów, syntezą kolagenu i macierzy zewnątrzkomórkowej, proliferacją komórek endotelialnych i formowaniem nowych naczyń kapilarnych, zwiększa się mechaniczna siła zrostu ścięgna. Proces gojenia ścięgna zależy od wielu czynników zewnętrznych, a wśród

nich najistotniejsze wydają się być: wiek pacjenta, mechanizm i zakres urazu, poziom uszkodzenia i jego cechy osobnicze [35–39].

Rekonstrukcja pierwotna ścięgna zginacza powinna być przeprowadzona w ciągu 24 godzin od urazu. Zgodnie z tezą Sterlinga Bunnella ścięgna zginaczy powinny być szyte z użyciem jak najbardziej atraumatycznych technik i wykorzystaniem powiększenia minimum 2-, a nawet 4-krotnego. Jeżeli zabieg ten wykonujemy do dwóch tygodni od urazu, rekonstrukcję taką nazywamy pierwotną odroczoną [34]. Ten podział ma istotne znaczenie kliniczne, gdyż w rekonstrukcjach wtórnych ścięgien zginaczy stosujemy inne techniki szycia niż w szyciu pierwotnym (np. rekonstrukcja z przeszczepem ścięgna szytym metodą Pulvertafta) [36, 42]. Ścięgna mięśnia zginacza wymagają naprawy, jeżeli ich uszkodzenie przekracza 60% przekroju ścięgna. Niemniej jednak, nawet w niecałkowitych amputacjach taka sytuacja zdarza się niezmiernie rzadko. Najbardziej popularną metodą pierwotnego szycia ścięgna zginacza jest szew Kesslera. Inną techniką, szczególnie przydatną przy wszywaniu ścięgna odciętego tuż poniżej przyczepu do paliczka dalszego, jest szew Bunnella. Najkorzystniejszym materiałem szewnym w strefie I, II i III wydają się być szwy niewchłaniające polipropylenowe monofilamentowe. Jeżeli uszkodzenie dotyczy I strefy z pozostawieniem kikuta ścięgna krótszego niż 10 mm, stosuje się techniki umożliwiające przez kostne lub przezopuszkowe wyprowadzenie szwu stabilizującego wcześniej zakotwiczony kikut ścięgna do jego rozdwojonego dalszego przyczepu lub poprzez kość paliczka dalszego z umocowaniem na płytce paznokciowej wyprowadzonych przezskórnie części szwu. Na przedramieniu można stosować szwy rozpuszczalne jednowłóknowe, szwy wielowłóknowe, tzw. o budowie plecioni; ze względu na swoją hydrofilność nie powinny być traktowane jako szwy z wyboru [43]. Jeżeli szujemy ścięgno w I lub II strefie Verdana, stosujemy tzw. szynę Kleinerta, która dzięki dynamicznemu ustabilizowaniu palca w zgięciu przy użyciu gumki daje możliwość czynnego wyprostu i biernego zgięcia, co umożliwia ćwiczenie palca i zminimalizowanie ryzyka zrostu ścięgna z pochewką przy zabezpieczeniu szycia ścięgna przed zerwaniem [43, 44]. Szynowanie po rekonstrukcji zginaczy utrzymuje się przez 4 tygodnie. W wypadku replantacji i stabilizacji drukiem K z unieruchomieniem stawów szyna Kleinerta nie ma zastosowania.

Odmiernym tematem jest szycie ścięgien prostowników. Przy przecięciu prostownika w I lub II strefie ścięgno możemy zeszyć, szyjąc szwami pojedynczymi razem ze skórą. W strefie drugiej przy ranach niepełnej szerokości ścięgna szujemy te, których szerokość przekracza 50% szerokości prostownika. Całkowite lub prawie całkowite amputacje wymagają priorytetowej ochrony rekonstruowanych naczyń tętniczych, dlatego niezależnie od wysokości uszkodzenia prostowników szynowanie ręki po replantacji, niezależnie od wysokości urazu, wymaga unieruchomienia od strony grzbietowej z nadgarstkiem w zgięciu jak w szynie Kleinerta.

1.3.3. Zasady mikrochirurgicznej rekonstrukcji naczyń tętniczych i żylnych

Pierwszą czynnością po odnalezieniu naczyń tętniczych i żylnych jest ich zaznaczenie szwem mikrochirurgicznym w celu łatwego odszukania po wykonaniu poprzedzających czynności, jak zespolenia kości i ścięgien. Następnie naczynia tętnicze w części amputowanej przepłukujemy zimnym roztworem soli fizjologicznej z heparyną. Naczynie w kikucie udrażniamy tak, by uzyskać sprawny wypływ krwi. W latach 70., w początkach replantacji, hemostaza na zespalanym naczyniu była uzyskiwana dzięki założeniu pętli ze szwu o grubości 6,0, która zaciskała czasowo naczynie [45]. Obecnie stosujemy uchwyty aproksymatora, w które wkładamy oba końce na-

czynia. Pod aproksymator wsuwamy podkładkę izolującą od łoży rany. Jest to jednocześnie ułatwienie wizji i hemostazy. Bezpośrednio przed zespoleniem należy wyciąć zniszczony brzeg naczynia w części bliższej i w amputacji. Kolejna czynność to usunięcie przydanki naczyniowej tak, by uwidocznić mięśniówkę i zapobiec interpozycji przydanki pomiędzy brzegami naczynia. Przystępujemy do szycia, pamiętając, by dobrać odpowiednio cienki szew mikrochirurgiczny. Podstawowa zasada zakładania szwu to wprowadzenie igły do mięśniówki naczynia pod kątem 90 stopni tak, by po zawiązaniu węzła brzegi naczynia wywijały się na zewnątrz, a nie do środka [41, 45]. Wkłuwamy się w odległości mniej więcej dwukrotnie większej od grubości ściany naczynia. Jeżeli założymy szew nierówno, musimy go usunąć. Nie wolno gubić nierówności obu ścian kolejnymi szwami, gdyż w efekcie oprócz ryzyka nieszczelności daje to zwężenie średnicy naczynia w miejscu szycia. Zakładamy szwy pojedyncze. Unikamy szwu ciągłego pomimo jego lepszej szczelności, gdyż wówczas zaburzamy możliwość naturalnego skurczu i rozkurczu naczyń. W zależności od typu naczynia lub lokalizacji stosujemy następujące techniki:

1. Zasady wspólne dla tętnic i żył „technika 120 stopni” – technika szycia „koniec do końca”, wprowadzona przez Carolla na początku XX wieku, polega na zakładaniu trzech pierwszych szwów co 120 stopni. Daje to przy pociąganiu za te szwy przekroju trójkąta, co ułatwia założenie szwów pomiędzy i zmniejszenie ryzyka podklucia przeciwległej ściany.
2. Zasada szycia tętnic „technika 180 stopni” – technika ta wykorzystuje sztywną ścianę naczynia tętniczego, która jest obarczona minimalnym ryzykiem sklejenia się ścian czy odkształcenia w trakcie szycia. Z tego powodu założenie pierwszych dwóch szwów na przeciwległe brzegi zespalanego naczynia jest wystarczająco bezpieczne i wygodne.
3. Technika „tylnej ściany” – jeżeli nie ma możliwości obrócenia naczynia z aproksymatorem tak, by łatwo można byłoby dojść zarówno do przedniej, jak i tylnej ściany naczynia, musimy zastosować technikę polegającą na założeniu po kolei szwów od tyłu i wiązaniu za naczyniem w taki sposób, by dopiero po zeszytciu tylnej ściany przejść do szycia przedniej. Jest to trudniejsza technika, która jednocześnie daje kontrolę nad prawidłowością zakładania szwów na ścianie tylnej. Przykładem konieczności zastosowania tej metody na ręce są zespolenia naczyń przeciętych tuż za łukiem tętniczym powierzchownym.
4. Technika „koniec do boku” – stosowana częściej w chirurgii rekonstrukcyjnej i wykorzystująca zaopatrzenie z naczynia doprowadzającego bez odcinania jego anatomicznego zakresu ukrwienia. Naczynie biorcze jest zwykle mniejszej średnicy i zespalamy do z zachowaniem anatomicznego kształtu Y-kształtnych rozwidleń naczyń.

W celu sprawdzenia drożności zespolenia można poza miejscem zespolenia zastosować test Allena z użyciem dwóch pęset. Test polega na delikatnym zaciśnięciu pęset obok siebie, następnie przesunięciu dalszej w celu opróżnienia naczynia, a potem zwolnieniu zacisku pęsety bliższej, co powinno dać wypełnienie naczynia. Jeżeli można nie stosować testów mechanicznych, to lepiej ich unikać, by uniknąć traumatyzacji śródbłonna. Można położyć na zespolenie wycięty fragment gazika o wymiarach 1×1 cm, nasączony ksylokainą oraz ogrzać replantowane palce ciepłym gazikiem i zaczekać na wypływ z żył. Następnie należy przystąpić do ich zespalania. Należy również pamiętać o zapewnieniu odpowiedniego wypływu żylnego, który gwarantuje zespolenie żył o łącznym przekroju przekraczającym dwukrotnie średnicę zespolonych tętnic. Stosunek naczyń żylnych do tętniczych powinien wynosić 2:1 [6, 11, 12, 40, 46].

1.3.4. Rekonstrukcja nerwów obwodowych

W celu opisanie metod szycia nerwów należy najpierw wspomnieć pokrótce o ich anatomii. Nerw obwodowy zbudowany jest z różnej liczby pęczków otoczonych łącznotkankową osłonką zawierającą naczynia krwionośne odżywcze. Ze względu na liczbę pęczków możemy podzielić nerwy na: wielopęczkowe, kilkupęczkowe i jednopęczkowe [46]. Otoczka nerwu, czyli naderwie, to zewnętrzna łącznotkankowa warstwa ochronna nerwu. *Epineurium* otacza pęczki *epineurium* lub grupy pęczków, zawierających włókna ruchowe lub czuciowe, w zależności od rodzaju nerwu i jego poziomu. Pęczki otoczone są nerwem, czyli *perineurium*. Najbardziej wewnętrzną strukturą łącznotkankową otaczającą akson jest *endoneurium*, stanowiące ochronę i podporę dla włókien przewodzących [48, 49].

Podstawowe trzy typy szycia nerwu to szew nanerwia, czyli szew epineuralny, nerwia, czyli szew perineuralny i szew grupowy pęczkowy [47]. Rekonstrukcja nerwu rozpoczyna się identyfikacją struktur. Koniecznym ułatwieniem w rekonstrukcji mikrochirurgicznej jest użycie opaski Esmarcha, która umożliwia operowanie w niedokrwionym polu operacyjnym. Milesi używał niedokrwienia tylko do przygotowania nerwu. W trakcie szycia nerwu spotykamy się z kilkoma problemami technicznymi. Jednym z nich, dotyczącym głównie urazów proksymalnych kończyn i nerwów o większej średnicy z układem pęczkowym i obecnością relatywnie dużych naczyń odżywczych w obrębie tkanki łącznej międzypęczkowej, jest trudność uzyskania hemostazy wewnątrznerwowej. Drugim problemem jest tzw. mushrooming, czyli wybrzuszenie się tkanki łącznej *epineurium* i związana z tym tendencja do interpozycji w trakcie szycia. Wykonanie ostrego cięcia, jednym ruchem, końców nerwu przy przygotowaniu tuż przed zeszcieniem oraz szybki kontakt obu końców nerwu, pozwala na uniknięcie tego problemu. Trzecim utrudnieniem jest tzw. bulging, czyli boczne przemieszczenie się zawartości wewnątrzpęczkowej, czego również można uniknąć przy użyciu precyzyjnych technik chirurgicznych [11, 32, 50–54].

Na wysokości II strefy Verdana nerwy palcowe przewodzą bodźce czuciowe, a ich grubość zależy od wieku, płci czy budowy ciała pacjenta. Rekonstrukcja nerwu rozpoczyna się jego identyfikacją. W mikrochirurgicznej rekonstrukcji nerwów palcowych stosujemy najczęściej szwy o grubości 8,0 do 10,0. Szew epineuralny jest najpopularniejszym i obecnie najbardziej uznanym szwem, szczególnie w rekonstrukcjach nerwów palców. Na wysokości II strefy *epineurium* nerwów palcowych jest cienkie i bezpieczniej jest zastosować technikę właściwą dla szycia *perineurium*, czyli wkłucie igłą pod kątem 45 stopni w taki sposób, by nie podkłuć blisko leżących aksonów. Liczba szwów zależy od grubości nerwu i wypadku nerwów dłoniowych palców wynosi zazwyczaj od 3 do 4. Należy tu podkreślić, że szycie nerwu nie może odbywać się pod napięciem. Szew perineuralny ma za zadanie zapewnienie pęczkom właściwego kontaktu. Wyniki rekonstrukcji nerwów zależą od różnych czynników. Niektórzy autorzy podają lepsze wyniki reinerwacji, jeżeli zespalane są dwie tętnice. Wiadomym jest, że najtrudniej wraca czucie dwupunktowe i uzyskanie wyniku pomiędzy 12 a 15 mm należy do bardzo dobrych [55, 56].

1.3.5. Zamknięcie skóry

Główna zasada szycia skóry w replantacjach jest analogiczna do zamykania ran pourazowych. Brzegi ran należy oczyścić i wyrównać. Do szycia używa się szwów niewchłaniających, monofilamentowych, jak szwy polipropylenowe. Zakłada się szwy pojedyncze. W przypadku wystąpie-

nia dużego obrzęku niektórzy autorzy polecają uzupełnienie ubytków przeszczepami skóry. Interesującą alternatywą jest również możliwość pobrania z przedramienia fragmentu żyły z przylegającą ponad nią skórą i żyłę tę zastosować jako wstawkę w rekonstrukcji tętnicy, a skórę wykorzystać do uzupełnienia ubytku powstałego w wyniku obrzęku ponad pęczkiem naczynio-wo-nerwowym [12, 58–60].

Zeszycie ran pod napięciem może spowodować poważne zagrożenie. Jednym z nich jest utrudnienie odpływu żylnego mogącego spowodować martwicę z przekrwienia. Jeżeli napięcie, nawet pomimo prawidłowych zespożeń tętnicznych, ograniczy napływ krwi, powoduje martwicę z niedokrwienia. Własna modyfikacja techniki zamknięcia skóry jest jednym z tematów niniejszego opracowania i jest opisana w metodologii.

Poznanie przedstawionych tu zasad może znacznie ułatwić przeprowadzenie replantacji. Znajomość anatomii, jak i technik chirurgicznych jest szczególnie ważne w urazach z poszarpaniem lub ubytkiem tkanek kończyny. Replantacje w II strefie Verdana są ogromnym wyzwaniem, podobnie jak opracowanie możliwych do zastosowania w praktyce procedur systematyzujących działania, począwszy od kontaktu na miejscu wypadku, a skończywszy na rehabilitacji pooperacyjnej.

Zwiększenie szans na przeżycie palców amputowanych w tej strefie jest ogromnym wyzwaniem, zwłaszcza że dotyczy największej grupy pacjentów doznających urazów piłą mechaniczną. Wprowadzanie rozmaitych modyfikacji obowiązujących technik jest jedną z dróg dających szansę na poprawę wyników w tych najtrudniejszych urazach rąk.

2. ZAŁOŻENIA I CELE PRACY

Założeniem pracy jest poprawa wyników replantacji przy zastosowaniu własnej modyfikacji stosowanej w replantacjach palców amputowanych w mechanizmie nie-gilotynowym, stanowiącym często przeciwwskazanie do replantacji. Praca dotyczy pacjentów, którzy doznali amputacji w II strefie Verdana i u których doszło do rozerwania, wyrwania, stłuczenia lub miejscowego zmiążdżenia tkanek.

Celem pracy jest ocena wyników replantacji przeprowadzonych własną modyfikacją w porównaniu z grupą replantowaną tradycyjnie oraz określenie czynników wpływających na przeżycie w amputacjach nie-gilotynowych.

3. MATERIAŁ KLINICZNY I METODY BADAŃ

Materiał kliniczny niniejszego badania stanowili pacjenci leczeni w Oddziale Chirurgii Plastycznej Małopolskiego Centrum Oparzeniowo-Plastycznego Szpitala Rydygiera w Krakowie w latach 2007–2016, hospitalizowani z powodu urazowej amputacji palców. W tej grupie pacjentów utworzono grupę badaną oraz grupę kontrolną.

Do badania wybrano wyłącznie tych pacjentów, u których zakres uszkodzenia tkanek i mechanizm urazu kwalifikowały pacjenta do grupy wysokiego ryzyka dyskwalifikacji z replantacji. Z badania wykluczono pacjentów z amputacją gilotynową. Badaniem objęto chorych, których przyjęto do szpitala z powodu amputacji palców z towarzyszącymi cechami wyrwania, zmiżdżenia lub stłuczenia tkanek.

Do grup badanej i kontrolnej kwalifikowano wyłącznie pacjentów z amputacją całkowitą palców, którzy mieli prawidłowo przechowywane w transporcie amputowane palce, zgodnie z zasadą zachowania niedokrwienia zimnego. Służyło to eliminacji wpływu niepowtarzalnych czynników rokowniczych. Do grupy badanej włączono również pacjentów z amputacją subtotalną, u których ciągłość tkanek stanowiła wąska część tkanek miękkich jak: tylko fragment ścięgna, tylko fragment torebki stawowej czy tak niewielki fragment skóry, który nie pozwalał na rezygnację z wykonania zespołów żylnych analogicznych, jak w amputacjach całkowitych. Pacjenci z takim urazem utworzyli osobną podgrupę w grupie badanej.

W celu ujednoczenia grup możliwych do porównania i wykonania analizy statystycznej, przyjęto kolejne kryterium ujednorodnienia, mianowicie – wysokość urazu. Do grupy badanej wybrano pacjentów z amputacjami przebiegającymi na wysokości od stawu śródrečno-paliczkowego, łącznie ze stawem, do stawu międzypaliczkowego bliższego, łącznie ze stawem. Strefa ta odpowiada II strefie zginaczy wg Verdana. To zawężenie umożliwiło jednocześnie ograniczenie zakresów średnic wykonywanych zespołów naczyniowych, warunkujących przeżycie replantowanego palca, które nie przekraczały 1,5 mm średnicy, a zwykle mieściły się między 0,8–1,2 mm.

Zawężono znacznie kryteria dyskwalifikacji z replantacji palców, pozostawiając następujące:

1. Uszkodzenie amputowanej części i kikuta lub zakres wielopoziomowego zniszczenia uniemożliwiający technicznie wykonanie zabiegu.
2. Obciążenia ogólnoustrojowe (głównie podeszły wiek) powodujące, że wielogodzinna operacja mogłaby nieść zagrożenie dla zdrowia i życia.
3. Amputacja pojedynczego palca, zwłaszcza V lub II u pracowników fizycznych, którzy potrzebują szybkiego powrotu do pracy.

Łączna grupa pacjentów spełniająca powyższe kryteria kwalifikacji, poddanych replantacji w latach 2007–2016, to 83 chorych w wieku 17–71 lat, u których przeprowadzono replantację 140 palców. Pacjenci ci doznali amputacji głównie w wyniku ucięcia piłą tarczową, wyrwania (urazy obrączkowe) lub urazu awulsyjno-zmiżdżeniowego spowodowanego maszyną rolniczą.

Spośród 83-osobowej grupy wydzielono dwie grupy chorych, w których zastosowano odmienne metody postępowania w replantacji. Pacjenci operowani w latach 2007–2011 mieli przeprowadzoną replantację w sposób typowy, opisywany w literaturze i doniesieniach naukowych. Utworzyli oni grupę kontrolną badania. Na podstawie własnego doświadczenia i obserwacji wprowa-

dzono szereg modyfikacji w replantacjach palców w II strefie i te zastosowano u wszystkich pacjentów operowanych w latach 2012–2016 zakwalifikowanych do niniejszego badania. Chorzy ci utworzyli grupę badaną.

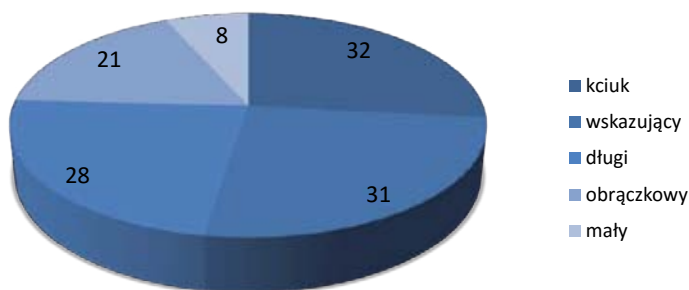
3.1. GRUPA BADANA – WŁASNA MODYFIKACJA

Grupę badaną stanowi 69 dorosłych pacjentów, u których zastosowano własną sekwencję postępowania w replantacji. Grupa ta składała się z 7 kobiet i 62 mężczyzn w wieku od 17 do 71 lat. Amputacji całkowitej z zastosowaniem do transportu niedokrwienia zimnego doznało 44 pacjentów. Dodatkowo do grupy badanej włączono 25 pacjentów z amputacją subtotalną, spełniających wszystkie pozostałe kryteria. Zachowaną ciągłość tkanek u tych chorych stanowił wąski fragment tkanek miękkich, jak: część ścięgna, fragment torebki stawowej czy tak niewielki pasek skóry, który nie pozwalał na rezygnację z wykonania zespołów żylnych analogicznych jak w amputacjach całkowitych. Pacjenci ci utworzyli osobną podgrupę w grupie badanej.

Z 69-osobowej grupy 36 pacjentów doznało amputacji w okresie od kwietnia do września. W okresie od października do marca amputacji doznało 33 pacjentów. Odległość od miejsca urazu do ośrodka replantacyjnego wynosiła od 10 km do 600 km. Czas od amputacji do rozpoczęcia zabiegu wahał się od 1 do 25 godzin. Pod względem znieczulenia 39 pacjentów operowanych było z zastosowaniem anestezji regionalnej w formie znieczulenia regionalnego splotu ramiennego i analgesodacji, natomiast 30 pacjentów było znieczulonych ogólnie.

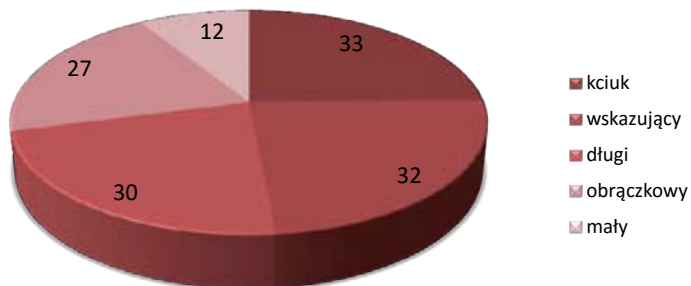
Pacjenci z 69-osobowej grupy badanej doznali łącznie amputacji 134 palców. Kciuki straciło 33 pacjentów, palce wskazujące 32, palce długie 30 chorych, obrączkowe 27, a palce małe 12 pacjentów (Wykres 1).

Wykres 1. Liczba palców amputowanych w grupie 69 pacjentów z podziałem na rodzaje.



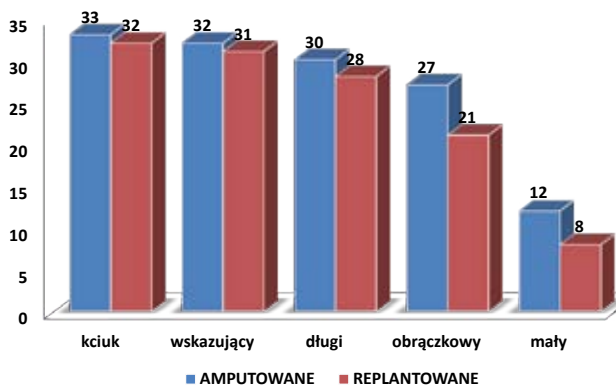
Do operacji zakwalifikowanych zostało 120 palców. Replantowano łącznie 32 kciuki, 31 palców wskazujących, 28 palców długich, 21 obrączkowych i 8 palców małych (Wykres 2).

Wykres 2. Liczba palców replantowanych, z podziałem na rodzaje, w grupie 69 pacjentów.



Stosunek palców replantowanych do amputowanych przedstawia Wykres 3.

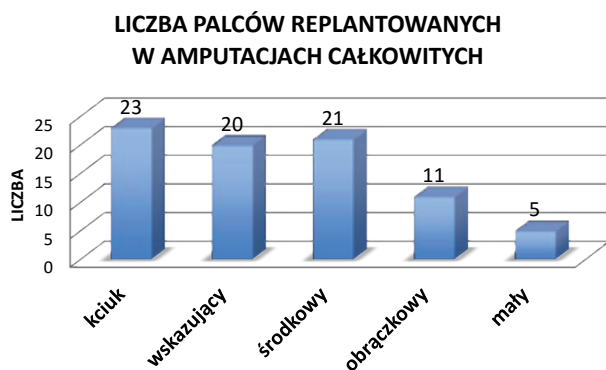
Wykres 3. Stosunek palców replantowanych do amputowanych, z podziałem na rodzaje palców w grupie 69 pacjentów.



W celu maksymalnego ujednoczenia grup, do oceny przeżycia palców i określenia optymalnej metody postępowania wybrano wyłącznie pacjentów z amputacją całkowitą palców.

W grupie badanej znalazło się 44 pacjentów, którzy doznali całkowitej, nie-gilotynowej amputacji palców w II strefie według Verdana. U wszystkich chorych palce były przechowywane na czas transportu w pojemniku transportowym z lodem, zapewniającym temperaturę 4–7°C. W grupie tej do replantacji zakwalifikowano 80 palców, w tym: 23 kciuki, 20 wskazicieli, 21 palców długich, 11 obrączkowych i 5 małych (Wykres 4).

Wykres 4. Zestawienie rodzajów 80 replantowanych palców amputowanych całkowicie w 44-osobowej grupie badanej.



Przyjęto następującą taktykę postępowania w replantacjach palców: w amputacjach całkowitych operacja rozpoczynała się od identyfikacji struktur, najpierw w części amputowanej. W tym czasie zespół anestetyczny wykonywał znieczulenie regionalne splotu ramiennego, zwane blokiem pachowym. Sposób przygotowania pacjenta do zabiegu zależał od wieku i przewidywanego czasu operacji (blok pachowy + analgesodacja lub intubacja dotchawicza, założenie odpowiednich wejść dożylnych, cewnika do pęcherza). Po ocenie kikuta i amputowanych palców w przypadku amputacji mnogich oceniano, które palce nadają się do replantacji i przy braku możliwości przyszczenia wszystkich palców starano się odtworzyć promień I i III lub I, II i III. Palce przygotowywano do replantacji anatomicznej lub z transferem na inny promień w celu zwiększenia szansy powodzenia i optymalizacji przyszłej funkcji ręki pourazowej.

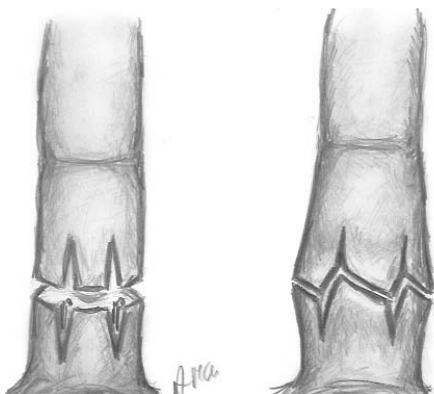
W przypadku zachowanej ciągłości fragmentu skóry ocenę rozpoczynano po założeniu bloku pachowego.

Replantacje wykonywano według następującej sekwencji postępowania:

1. Szerokie przecięcie więzadeł Graysona i Clelanda w amputowanym palcu i kikucie, na długości 10 mm, z odsłonięciem tętnicy i nerwu obustronnie, po uprzednim podłużnym nacięciu skóry nad obydwoma pęczkami.
2. Skrócenie kości palczków w amputowanym palcu i wyrównanie brzegu w kikucie łącznie o około 4–5 mm.
3. Zespoleńnię kostne amputowanego palca z kikutem dwoma drutami Kirschnera, w tym jednym wprowadzonym osiowo. W amputacjach pomiędzy MCP a PIP wyprowadzenie drutu pod płytką paznokciową przy zgiętym stawie DIP.
4. W replantacjach palców II–V szycie wyłącznie jednego ścięgna zginacza: ścięgna zginacza głębokiego palców. Szerokie wycięcie ścięgna zginacza powierzchownego. Szycie ścięgna szwem niewchłaniającym „rdzeniowym” polipropylenowym o grubości 4,0 według Kesslera, a następnie zewnętrznym szwem ciągłym 5,0 lub 6,0. W razie możliwości odtwarzano ciągłość pochwki.
5. Szycie ścięgna prostownika.
6. Wycięcie części tkanki tłuszczowej z sąsiedztwa pęczków naczyniowo-nerwowych na poziomie ich szycia.

7. Rekonstrukcja jednego lub dwóch naczyń tętniczych szwami mikrochirurgicznymi o grubości od 8,0 do 10,0. W przypadku ubytku naczynia zastosowanie wstawki tętniczej z drugiej niezespalonej tętnicy.
8. Po zespoleniu tętnic podanie dożylnie bolusu heparyny w dawce 5000 jednostek i włączenie dożylnie Dextranu 40 000 jednostek w przepływie 500 ml/dobę.
9. Rekonstrukcja przynajmniej jednego lub obu nerwów palcowych. W wypadku ubytku nerwów poświęcenie jednego z nerwów palcowych jako wstawki do odtworzenia drugiego nerwu. Odtworzenie nerwu położonego odpromieniowo w palcach II i III oraz odłokciowo w palcach I, IV i V.
10. Rekonstrukcja naczyń żylnych według zasady podwojenia powierzchni przekroju żył w stosunku do tętnic (a nie podwojenia ich liczby).
11. Antynapięciowe zamknięcie skóry z W-kształtnym poszerzeniem obwodu w miejscu nacięć nad pęczkami. Wprowadzenie na stronie dłoniowej naprzemiennie płatów skóry powstałych bocznie od nacięć nad pęczkami jest możliwe dzięki uzyskaniu nadmiaru skóry po skróceniu kości i uzyskaniu przesuwalności skóry po przecięciu więzadeł Graysona i Clelanda. Docięcie brzegów skóry tak, aby otrzymać na obwodzie kształt litery W. Pierwotne linijne nacięcie w kształcie litery I poszerza się samoistnie pod wpływem obrzęku do kształtu V i zamyka się go na kształt Y dzięki nadmiarowi skóry i wykorzystaniu płata z naprzeciwnika (Ryc. 1).
12. Przy zbyt słabym odpływie żylnym nawiercenie płytki paznokciowej igłą iniekcyjną nr 12 z wytworzeniem około 5 oczek o średnicy minimum 1,5–2 mm.
13. Opatrunek antyadhezyjny (z zastosowaniem nieprzywierającej i nietłustej siatki o drobnych oczkach).
14. Szyna gipsowa przedramienna grzbietowa ze zgięciem ręki do 120–140 stopni.

Ryc. 1. Technika szycia skóry: szycie skóry polega na wykorzystaniu podłużnych nacięć prowadzonych ponad pęczkami naczyniowo-nerwowymi z rozcięciem więzadeł Graysona i Clelanda, służących ułatwieniu w identyfikacji i przygotowaniu do zespolen tętnicy i nerwu. Poszerzenie zakresu nacięć zwiększa przesuwalność skóry, a skrócenie kości powoduje względny nadmiar długości, uzyskiwany pomimo narastającego obrzęku części bliższej (kikutu). Łatwa przesuwalność skóry po nacięciu i towarzyszący obrzęk kikuta powoduje nieznaczne przemieszczenie się bocznie obustronnie nacięć w kikucie w stosunku do nacięć w palcu amputowanym. Pozwala to na łatwe wprowadzenie naprzemiennie płatów skóry i zeszywanie bok do boku a nie koniec do końca w miejscach nacięć. Niewielkie ścięcie pozostałego nadmiaru skóry daje uzyskanie zamknięcia w kształcie W, a zamknięcie skóry łącznie z nacięciami podobne jak w technice V–Y. Zwiększenie obwodu palca w tym miejscu widoczne jako jego pogrubienie, dzięki nielinijnemu przebiegowi miejsca szycia i plastycy płatowej pozwala na zmniejszenie ucisku na zespolenia naczyniowe, powodowanego przez obrzęk.

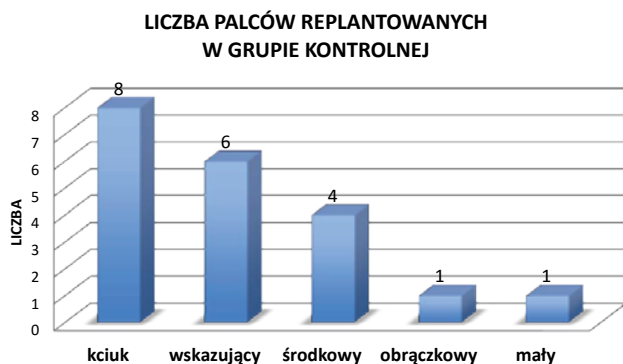


Antybiotyk podawano zawsze jako profilaktykę okołoperacyjną, a pooperacyjnie w ranach o dużym ryzyku zakażenia włączano klindamycynę z metronidazolem. W zaleceniach pooperacyjnych stosowano przez 5 dni wlew heparyny 9000–12 000 jednostek w pompie na 24 godziny, Dextran 40 000 jednostek 500 ml/24 godziny, Polfilin® 900–1200 mg w pompie na 24 godziny. Zlecano dodatkowo kroplówkę 1500–2000 ml (0,9% NaCl + 5% glukoza) na dobę z dodatkiem 2 g witaminy C. Prowadzono kontrolę morfologii i układu krzepnięcia, przetaczano krew przy zbyt dużym spadku poziomu hemoglobiny, nigdy nie przetaczano osocza. Zalecano elewację kończyny górnej (szyna podparta poduszką) oraz monitorowanie ukrwienia palca. Po 5. dobie, przy wypisie do domu włączano Aspirynę w dawce 150 mg/dobę przez miesiąc, a następnie 75 mg/dobę przez kolejne 2 miesiące. Jeżeli nawiercano płytkę paznokciową, to pooperacyjnie stosowano przymoczki z heparyny na płytkę paznokciową, zmieniane co 1–2 godziny (roztwór 5000 jednostek rozpuszczonych do 20 ml solą fizjologiczną). Przy podejrzeniu ryzyka niewydolności odpływu żylnego, oprócz nawiercenia płytki paznokciowej stosowano sporadycznie ostrzykiwanie opuszki palca 1× dziennie stężoną heparyną (około 500–1000 jednostek na palec jednorazowo). Nie stosowano w tej grupie hirudoterapii. Wspólnie z przeszkolonym anestezyjologiem podejmowano decyzję o włączeniu hiperbarii tlenowej.

3.2. GRUPA KONTROLNA – METODA TRADYCYJNA

Grupę kontrolną dla grupy badawczej utworzono z pacjentów operowanych przez autora w latach 2007–2011 z zastosowaniem tradycyjnych metod replantacji palców. Grupa ta obejmowała 14 osób, jedną kobietę i 13 mężczyzn, w wieku 21–67 lat. Pacjenci w tej grupie doznali całkowitej amputacji 25 palców, z których 20 zostało zakwalifikowanych do replantacji. Wszystkie replantowane palce były transportowane w pojemniku chłodzącym. Przeprowadzono w tej grupie replantację 8 kciuków, 6 wskazicieli, 4 palców długich, jednego palca obrączkowego i jednego małego. Zestawienie rodzajów 20 replantowanych palców amputowanych całkowicie w 14-osobowej grupie kontrolnej prezentuje Wykres 5. Dwunastu pacjentów doznało amputacji od marca do września, dwóch w miesiącach zimowych. Odległość od miejsca urazu do ośrodka replantacyjnego wynosiła od 10–550 km. Czas od amputacji do rozpoczęcia zabiegu wahał się od 2 do 20 godzin. Pod względem znieczulenia 13 pacjentów operowanych było z zastosowaniem anestezji regionalnej w formie znieczulenia regionalnego splotu ramiennego i analgesodacji, natomiast jeden pacjent był znieczulony ogólnie.

Wykres 5. Zestawienie rodzajów 20 replantowanych palców amputowanych całkowicie w 14-osobowej grupie kontrolnej.



W każdym przypadku operacja została wykonana według schematu:

1. Wyrównanie brzegów kostnych w amputowanym palcu i brzegów kostnych kikuta. Stabilizacja dwoma drutami Kirschnera.
2. Zespolecie ścięgien zginaczy głębokiego i powierzchownego oraz ścięgna prostownika.
3. Rekonstrukcja mikrochirurgiczna jednej lub dwóch tętnic palca oraz w miarę możliwości rekonstrukcja nerwów.
4. Po zespoleniu tętnic podanie dożylnie bolusu heparyny w dawce 5000 jednostek i włączenie dożylnie Dextranu 40 000 jednostek w przepływie 500 ml/dobę.
5. Rekonstrukcja naczyń żylnych z zachowaniem zasady – dwóch naczyń żylnych na jedno tętnicze.
6. Anatomiczne szycie skóry.
7. Opatrunek klasyczny, szyna gipsowa grzbietowa przedramienna ze zgięciem nadgarstka do 120–140 stopni.

Antybiotykoterapia i zalecenia pooperacyjne stosowano analogicznie jak w opisanej powyżej grupie badanej. Nie stosowano w tej grupie hirudoterapii. Wspólnie z przeszkolonym anestezyjologiem podejmowano decyzję o włączeniu hiperbarii tlenowej.

Różnice i podobieństwa zastosowanego postępowania przy replantacjach w grupie badanej i kontrolnej przedstawia Tabela 1.

Tabela 1. Różnice w postępowaniu w replantacjach wykonywanych metodą tradycyjną (grupa kontrolna) i metodą własną (grupa badana).

ETAP REPLANTACJI	METODA TRADYCYJNA – GRUPA KONTROLNA	METODA WŁASNA – GRUPA BADANA
Postępowanie z kością	– Wyrównanie brzegów kości	– Skrócenie kości o 4–5 mm
Szycie ścięgien zginaczy palców II–V	– Szycie obu ścięgien FDP i FDS	– Szycie jedynie ścięgna FDP – Szerokie wycięcie ścięgna FDS

Przygotowanie pęczków tętnica–nerw	– Odslonięcie pęczków umożliwiające zespolenie	– Szerokie rozcięcie więzadeł Graysona i Clelanda na długości 10–15 mm – Selektywne wycięcie tłuszczu z sąsiedztwa pęczków
Proporcje zespożeń tętniczych i żylnych	– Stosunek liczbowy – rekonstrukcja dwóch żył na jedną tętnicę	– Stosunek przepływowy – uzyskanie 2× większego przepływu żylnego od tętniczego (1 duża żyła wystarczająca na 1 tętnicę) – przy braku takiej możliwości nawierzenie płytki paznokciowej z wykonaniem kilku oczek o średnicy 1,5–2 mm
Rekonstrukcja nerwów	– Wykonanie rekonstrukcji w razie możliwości zeszcicia pierwotnego	– Rekonstrukcja przynajmniej jednego nerwu, przy braku możliwości rekonstrukcji anatomicznej wykonanie wstawki z drugiego nerwu
Szycie skóry	– Anatomiczne szycie skóry	– Zamknięcie skóry z wykorzystaniem jej nadmiaru po skróceniu kości i płatów powstałych po nacięciach: uzyskanie W-kształtnego poszerzenia obwodu w miejscu replantacji
Wspomaganie odpływu żylnego	– Ostrzykiwanie opuszki heparyną	– Nawierzenie płytki paznokciowej i przymoczki z roztworu heparyny – Ostrzykiwanie opuszki heparyną
Opatrunek	– Klasyczny opatrunek	– Opatrunek antyadhezyjny

Dokonano analizy porównawczej wyników replantacji w obu grupach wyłącznie w amputacjach całkowitych palców. Miało to na celu ujednoczenie grup. Porównano wynik replantacji 80 palców u 44 osób z grupy badanej i 20 palców w 14-osobowej grupie kontrolnej. Zastosowano test chi-kwadrat.

Dodatkowo przeprowadzono w 69-osobowej grupie badanej, w której replantowano 120 palców, analizę szczegółową czynników, które mogą mieć wpływ na wynik replantacji. Wzięto pod uwagę amputacje całkowite u 44 pacjentów, jak i subtotalne w 25-osobowej podgrupie. Dokonanie porównania zmiennych było możliwe, gdyż w grupie badanej znaleźli się pacjenci wyłącznie z amputacjami całkowitymi lub wyłącznie z subtotalnymi. Wyłączono z tej grupy tych pacjentów, u których replantowano jednocześnie palec ucięty całkowicie i niecałkowicie. Brak takiego wyłączenia spowodowałby, że ten sam pacjent musiałby być zaliczony do obu grup, a czynniki wynikające ze stanu pacjenta miałyby jednocześnie wpływ na obie grupy, co uniemożliwiłoby analizę statystyczną. Następną wartością jednolitą była analogiczna liczba zespożeń mikrochirurgicznych przypadających na palec w obu grupach.

Do zmiennych wyjaśniających prawdopodobieństwo powodzenia replantacji wybrano:

- płeć;
- wiek;
- rodzaj amputacji z uwzględnieniem całkowitej i niecałkowitej;
- rodzaj znieczulenia;
- liczbę godzin od urazu do operacji;
- porę roku, z podziałem na porę ciepłą występującą od kwietnia do września i porę zimną od października do marca.

Do przeprowadzenia analizy przyjęto założenie, że każdy pacjent liczony jest jako jedna próba, niezależnie od liczby amputowanych palców. Potraktowanie pacjenta poddanego replantacji kilku palców jako kilku osobnych obserwacji, na każdy palec z osobna, nie było możliwe, gdyż taka operacja łamałaby podstawowe założenie statystycznej analizy danych o niezależności obserwacji między sobą. Każdego pacjenta wraz z informacją o ilości podjętych replantacji i ilości udanych replantacji potraktowano jako pojedynczą obserwację. Dodatkowym powodem przyjętego powyżej założenia jest fakt, że czynniki jak: stan zdrowia, nikotynizm czy choroby towarzyszące jak miażdżycy czy cukrzyca, mają u danego pacjenta taki sam wpływ na gojenie palców niezależnie od liczby amputowanych palców. W związku z tym policzenie palców replantowanych jako osobne przypadki nie mogłoby mieć miejsca w takiej analizie statystycznej. Replantacje udane potraktowano jako powodzenia, nieudane jako niepowodzenia. Do oceny wpływu powyższych zmiennych na powodzenie replantacji użyto modelu regresji logistycznej z funkcją łączącą logit. Model ten bada, jaki wpływ na prawdopodobieństwo sukcesu mają zmienne wyjaśniające.

4. WYNIKI

4.1. OCENA WYNIKÓW REPLANTACJI PRZEPROWADZONYCH Z ZASTOSOWANIEM WŁASNYCH MODYFIKACJI POSTĘPOWANIA

Przeżycie palców przyjęto jako ocenę wyników leczenia. Wyniki replantacji palców utraconych w mechanizmie nie-gilotynowym w grupie badanej odniesiono do grupy kontrolnej operowanej metodami tradycyjnymi. Wszystkie amputacje w grupie kontrolnej były amputacjami całkowitymi i były porównane wyłącznie z amputacjami całkowitymi grupy badanej.

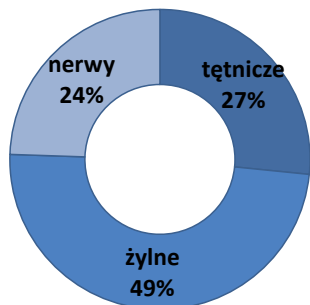
W obu grupach określono dodatkowo liczbę wykonanych zespołów tętnicznych, żylnych i rekonstrukcji nerwów w celu podkreślenia jednolitości grup. Liczba naczyń tętnicznych nie niesie w sobie informacji dotyczącej ich średnicy, czyli pola przekroju warunkującego przepływ krwi żyłnej. Wykazano, że w grupie badanej, w 80 replantowanych palcach wykonano 158 zespołów tętnicznych, 300 żylnych i 139 rekonstrukcji nerwów.

W grupie kontrolnej na 20 replantacji przeprowadzono 25 rekonstrukcji tętnic, 46 naczyń żylnych oraz 23 rekonstrukcje nerwów. Proporcje wykonanych zespołów naczyniowych nie różnią się statystycznie i wynoszą odpowiednio: w grupie badanej w replantacjach amputacji całkowitych przeprowadzono 33% zespołów tętnicznych i 67% zespołów żylnych. W grupie kontrolnej wykonano 35% zespołów tętnicznych i 65% zespołów żylnych. Uwzględniając dodatkowo rekonstrukcje pierwotne nerwów, wykazano następujące proporcje w grupie badanej: 26% zespołów tętnicznych, 51% zespołów żylnych i 23% rekonstrukcji nerwów.

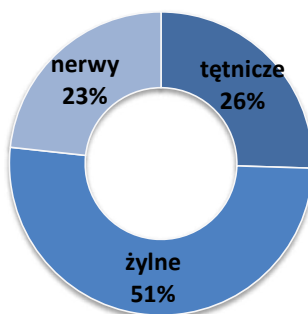
W grupie kontrolnej wykonano 27% zespołów tętnicznych, 49% żylnych i 24% rekonstrukcji pierwotnej nerwów. Pomiędzy tymi grupami nie wykazano istotnych statystycznie różnic. Proporcje typów wykonanych w obu grupach rekonstrukcji mikrochirurgicznych prezentuje Wykres 6.

Wykres 6. Rozkład procentowy rekonstrukcji mikrochirurgicznych tętnicznych, żylnych oraz rekonstrukcji nerwów w grupie badanej i kontrolnej.

ZESPOLENIA MIKROCHIRURGICZNE
W GRUPIE KONTROLNEJ



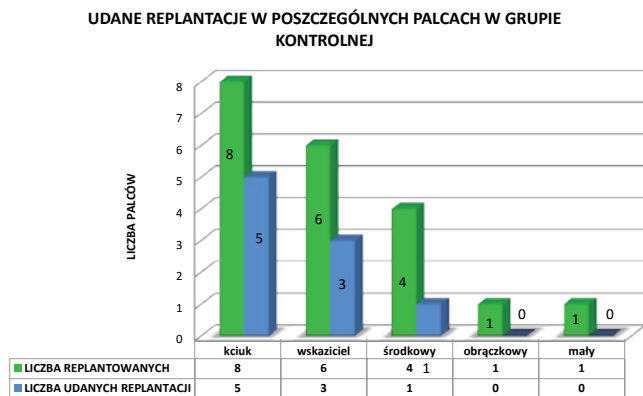
ZESPOLENIA MIKROCHIRURGICZNE
W GRUPIE BADANEJ (AMPUTACJE CAŁKOWITE)



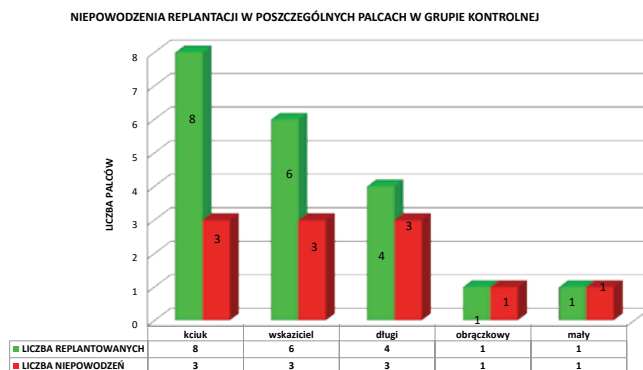
4.1.1. Grupa kontrolna

W 14-osobowej grupie kontrolnej, do replantacji zakwalifikowano 20 palców. W wyniku zastosowania opisanego w metodologii tradycyjnego schematu postępowania w replantacjach palców, opisanego w metodologii badania, uzyskano przeżycie: 5 z 8 kciuków, 3 z 6 wskazicieli, 1 z 4 palców długich. Nie uzyskano sukcesu w replantacjach palców obrączkowego i małego. Uzyskano zatem 62,5% sukcesów w replantacjach kciuków, 50% sukcesów w replantacjach wskazicieli, 25% w replantacjach palców środkowych i 0% w replantacjach palców obrączkowych i małych. Wyniki te przedstawia Wykres 7. Liczba niepowodzeń to: 3 w replantacjach kciuków, wskazicieli i palców środkowych oraz 1 w replantacjach palców obrączkowych i małych. Stanowi to odpowiednio 37,5% niepowodzeń w replantacjach kciuków, 50% niepowodzeń w replantacjach wskazicieli, 75% w replantacjach palców środkowych oraz 100% niepowodzeń w replantacjach palców obrączkowych i małych. Liczbę niepowodzeń w replantacjach amputacji nie-gilotynowych w grupie kontrolnej przedstawia Wykres 8. Porównanie liczby zakwalifikowanych palców do replantacji i odniesionych sukcesów w amputacjach nie-gilotynowych w grupie kontrolnej prezentuje Wykres 9.

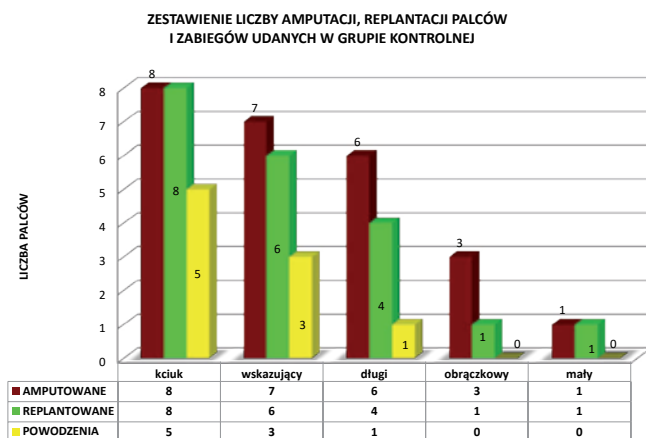
Wykres 7. Proporcje udanych replantacji do podjętych prób z uwzględnieniem określonych palców w grupie kontrolnej.



Wykres 8. Niepowodzenia replantacji w grupie kontrolnej.



Wykres 9. Porównanie liczby zakwalifikowanych palców do replantacji i sukcesów w amputacjach nie-gilotynowych w grupie kontrolnej.

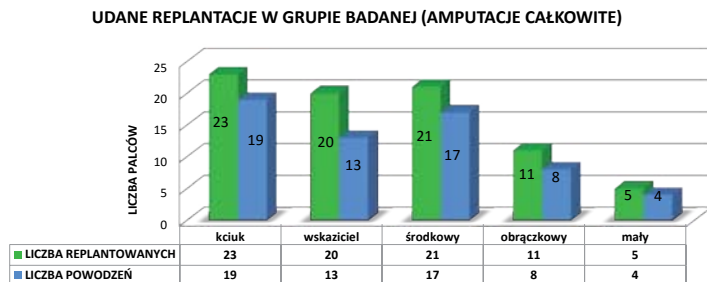


4.1.2. Grupa badana

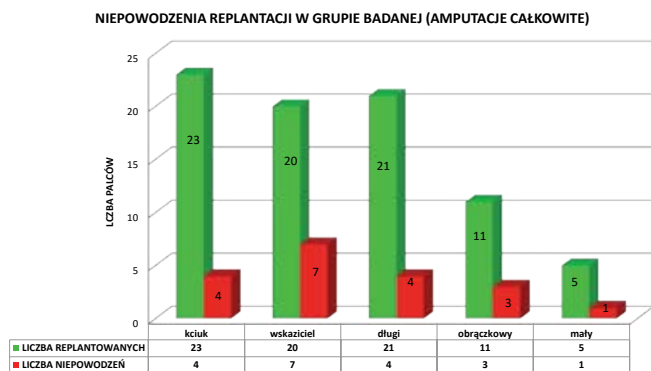
W 44-osobowej grupie badanej składającej się z pacjentów, którzy doznali amputacji całkowitych palców, do replantacji zakwalifikowano 80 palców. W wyniku zastosowania opisanego w metodologii zmodyfikowanego schematu postępowania w replantacjach palców opisanego, uzyskano przeżycie: 19 z 23 kciuków, 13 z 20 wskazicieli, 17 z 21 palców długich, 8 z 11 palców obrączkowych i 4 z 5 palców małych. Uzyskano zatem 82,6% powodzeń w replantacjach kciuków, 65% powodzeń w replantacjach wskazicieli, 81% w replantacjach palców środkowych i 72,7% w replantacjach palców obrączkowych i 80% palców małych. Wyniki te przedstawia Wykres 10.

Liczba niepowodzeń to: 4 w replantacjach kciuków, 7 w replantacjach wskazicieli, 4 palców środkowych, 3 w replantacjach palców obrączkowych i 1 w replantacjach palców małych. Stanowi to odpowiednio 17,4% niepowodzeń w replantacjach kciuków, 35% niepowodzeń w replantacjach wskazicieli, 19% w replantacjach palców środkowych oraz 27% niepowodzeń w replantacjach palców obrączkowych i 20% w replantacjach palców małych. Liczbę niepowodzeń w replantacjach amputacji nie-gilotynowych w grupie kontrolnej przedstawia Wykres 11. Porównanie liczby zakwalifikowanych palców do replantacji i odniesionych powodzeń w amputacjach nie-gilotynowych w grupie kontrolnej prezentuje Wykres 12.

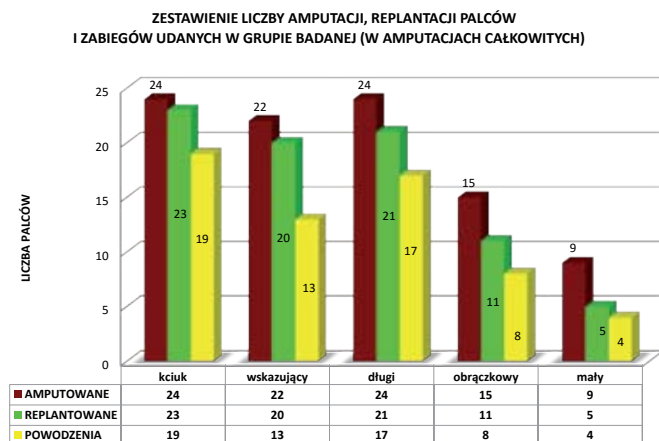
Wykres 10. Proporcje udanych replantacji do podjętych prób z uwzględnieniem określonych palców w grupie badanej w amputacjach całkowitych.



Wykres 11. Niepowodzenia w grupie badanej w amputacjach całkowitych w grupie badanej.



Wykres 12. Porównanie liczby zakwalifikowanych palców do replantacji i odniesionych powodzeń w amputacjach nie-gilotynowych w grupie badanej.



Szczegółowe zestawienie powodzeń i niepowodzeń z uwzględnieniem rodzaju replantowanych palców w grupie badanej i kontrolnej, oceniającej replantacje w amputacjach całkowitych palców, przedstawia Tabela 2.

Tabela 2. Szczegółowe porównanie wyników replantacji w obu grupach.

RODZAJ AMPUTACJI		PALEC I	PALEC II	PALEC III	PALEC IV	PALEC V	ŁĄCZNIE
GRUPA KONTROLNA	LICZBA REPLANTACJI	8	6	4	1	1	20
	LICZBA POWODZEŃ	5	3	1	0	0	9
	% POWODZEŃ	62,5	50,0	25,0	0,0	0,0	45,0
	LICZBA NIEPOWODZEŃ	3	3	3	1	1	11
	% NIEPOWODZEŃ	37,5	50,0	75,0	100,0	100,0	65,0
GRUPA BADANA	LICZBA REPLANTACJI	32	20	21	11	5	80
	LICZBA POWODZEŃ	19	13	17	8	4	61
	% POWODZEŃ	82,5	65	81	72	80	76,3
	LICZBA NIEPOWODZEŃ	4	7	4	3	1	19
	% NIEPOWODZEŃ	17,5	35	19	28	20	23,7

Za pomocą testu chi-kwadrat porównano wyniki przeżycia w replantacjach w dwóch grupach badanej i kontrolnej. Porównywano wyłącznie pacjentów z amputacjami całkowitymi palców, zatem do grupy badanej w tej części analizy zaliczono jedynie 44 pacjentów z amputacjami całkowitymi. Wyniki replantacji 80 palców zostały porównane z wynikami replantacji 20 palców u 14 pacjentów operowanych metodą tradycyjną. Nie uwzględniono pór roku, gdyż większość pacjentów grupy kontrolnej była replantowana w porach ciepłych. Sukcesy i niepowodzenia grupy badanej i kontrolnej definiowano tak samo. Wyniki przedstawiono w Tabeli 3.

Tabela 3. Sukcesy i niepowodzenia grup badanej i kontrolnej.

	POWODZENIA	NIEPOWODZENIA
GRUPA BADANA	61	19
GRUPA KONTROLNA	9	11

Test chi-kwadrat (bez poprawki Yatesa) wykazał istotną zależność prawdopodobieństwa sukcesu przy zastosowaniu własnej sekwencji modyfikacji postępowania w replantacjach (p -value \approx 0,0064).

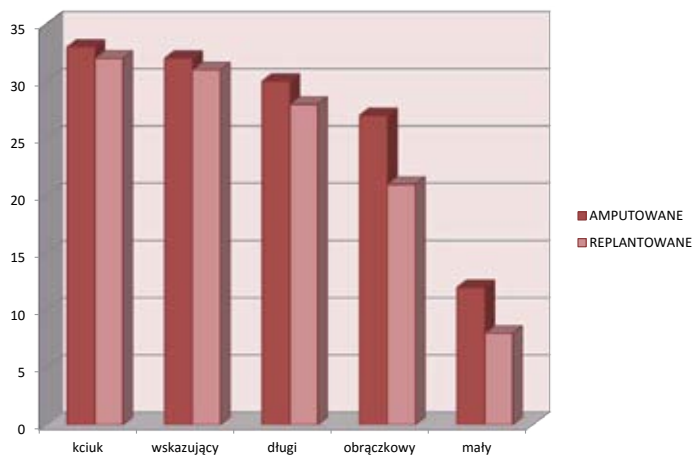
4.2. WYNIKI ANALIZY STATYSTYCZNEJ CZYNNIKÓW WPŁYWAJĄCYCH NA PRZEŻYĆE W GRUPIE BADANEJ Z PODZIAŁEM NA AMPUTACJE CAŁKOWITE I SUBTOTALNE

W latach 2012–2016 wykonano u 69 pacjentów z amputacją urazową 120 replantacji palców, amputowanych na wysokości od stawu śródrečno-paliczkowego do podstawy paliczka środkowego. Do replantacji zostało zakwalifikowane 89,5% amputowanych palców. Kwalifikacja była różna i zależała od rodzaju uciętego palca i z ponad 90% replantacji palców od I do III spadła do 66% w wypadku palca V, który przyszywany był tylko u ośmiu pacjentów. Nie wykonywano replantacji w izolowanej amputacji palca V. Z powodu zakresu zniszczenia I promienia na wysokości kłębu jeden kciuk nie został zakwalifikowany do replantacji (Tabela 4, Wykres 13).

Tabela 4. Zestawienie danych liczbowych amputacji i replantacji poszczególnych palców w 69-osobowej grupie pacjentów.

PALEC	LICZBA AMPUTOWANYCH	LICZBA REPLANTOWANYCH	ODSETEK REPLANTOWANYCH
KCIUK	33	32	97,0
WSKAZICIEL	32	31	96,9
ŚRODKOWY	30	28	93,3
OBRĄCZKOWY	27	21	77,8
MAŁY	12	8	66,6
ŁĄCZNIE	134	120	89,5

Wykres 13. Przedstawienie proporcji palców zakwalifikowanych do replantacji w grupie 69 pacjentów.



Liczba poszczególnych palców zakwalifikowanych do replantacji daje niepełną informację. Dodatkowa informacja rozszerzająca możliwość oceny materiału to liczba amputowanych i replantowanych palców przypadająca na poszczególnych pacjentów. Z grupy 69 chorych 41 doznało amputacji pojedynczego palca. Siedmiu pacjentów zgłosiło się z utratą dwóch palców, dziesięciu z utratą trzech palców. Sześciu chorych straciło po cztery palce, a pięciu wszystkie palce ręki.

Z grupy 120 replantowanych palców u 44 pacjentów przyszywano po jednym palcu, u dziewięciu po dwa i trzy palce, u czterech wykonano replantację czterech palców, a u trzech wszystkich pięciu palców. Zestawienie to przedstawia Tabela 5.

Tabela 5. Zestawienie liczby amputacji palców pojedynczych i mnogich oraz liczby replantacji z uwzględnieniem liczby palców przypadających na pacjenta.

AMPUTACJE PALCÓW	AMPUTACJE		REPLANTACJE	
	LICZBA PACJENTÓW	LICZBA PALCÓW	LICZBA PACJENTÓW	LICZBA PALCÓW
POJEDYNCZYCH	41	41	44	44
DWÓCH	7	14	9	18
TRZECH	10	30	9	27
CZTERECH	6	24	4	16
PIĘCIU	5	25	3	15
ŁĄCZNIE	69	134	69	120

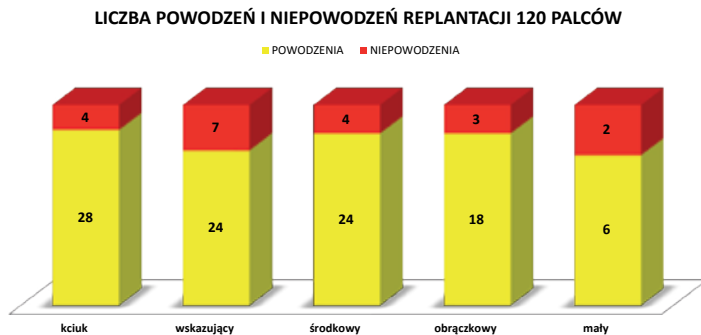
W replantacji, oprócz wykonania stabilizacji kostnej i szycia ścięgien zginaczy oraz prostowników, konieczne jest wykonanie warunkujących przeżycie palca, rekonstrukcji mikrochirurgicznych. Dokonano podsumowania wszystkich wykonanych zespołów mikrochirurgicznych zarówno naczyń tętniczych, naczyń żylnych, jak i nerwów palcowych. W omawianym materiale zespolono łącznie 158 naczyń tętniczych, 300 naczyń żylnych i 139 nerwów (Tabela 6).

Tabela 6. Zestawienie liczby rekonstrukcji mikrochirurgicznych w replantowanych 120 palcach.

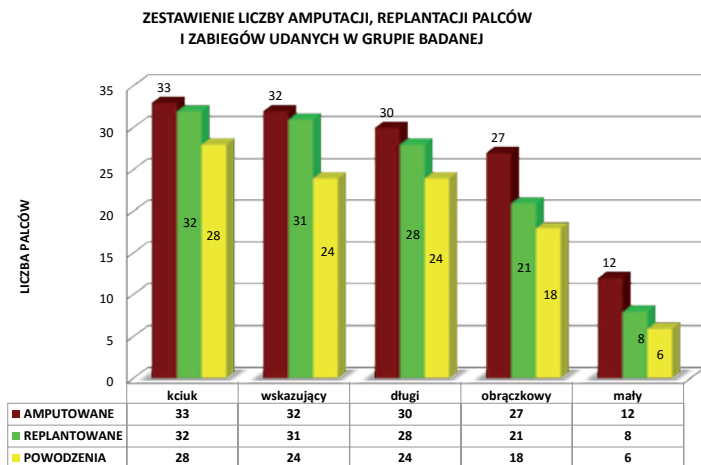
	ZESPOLENIA TĘNICZE	ZESPOLENIA ŻYLNIE	ZESPOLENIA NERWÓW
LICZBA	158	300	139

Ponieważ celem pracy jest określenie czynników wpływających na przeżycie palca, dokonano najpierw analizy powodzeń i niepowodzeń przeprowadzonych replantacji (Wykres 14). Podsumowano wyniki replantacji 120 palców wykonanych u 69 pacjentów. Palce, które wymagały wtórnej amputacji lub które doznały martwicy obwodowej, uznano jako niepowodzenia. Z podsumowania wynika, że 100 operacji zakończyło się powodzeniem, a 20 niepowodzeniem. Z 32 replantowanych kciuków przeżyło 28 (87,5%), z 31 wskazicieli przeżyło 24 (77,5%), z 28 palców środkowych przeżyło 24 (85,7%), z 21 palców obrączkowych przeżyło 18 (85,7%), z 8 palców małych przeżyło 6 (75%). Procentowy wynik ogólny to 83% powodzeń w replantacjach i 17% niepowodzeń. Proporcje te przedstawiają Wykresy 15 i 16.

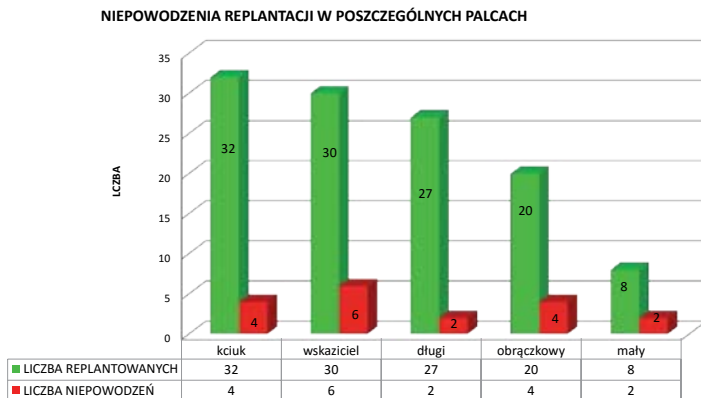
Wykres 14. Liczba powodzeń i niepowodzeń replantacji 120 palców u 69 pacjentów.



Wykres 15. Zestawienie liczby palców amputowanych, replantowanych i operowanych z powodzeniem w badanej grupie (120 palców u 69 pacjentów).



Wykres 16. Liczba replantowanych palców i liczba niepowodzeń replantacji u 69 pacjentów.



W badanym materiale obejmującym 69 pacjentów, u których przeprowadzono replantację 120 palców w II strefie Verdana, dokonano analizy następujących zmiennych kategoriycznych:

- I. płeć i wiek pacjentów;
- II. liczba godzin od urazu do operacji;
- III. rodzaj amputacji;
- IV. rodzaj znieczulenia;
- V. pora roku.

4.2.1. Płeć i wiek

W analizowanym materiale 62 pacjentów to mężczyźni, 7 pacjentów to kobiety. Wiek wahał się od 17 do 71 lat. Średnia wieku wyniosła 40,1. (Tabele 7 i 8).

Tabela 7. Charakterystyka grupy pod względem wieku pacjentów.

ZMIENNA	ŚREDNIA	MEDIANA	ODCHYLENIE STANDARDOWE
WIEK PACJENTÓW	40,1	38	14,4

Tabela 8. Wiek pacjentów z podziałem na dekady.

	PRZEDZIAŁ WIEKOWY						
	10–20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	71–80
LICZBA PACJENTÓW	5	16	18	13	11	4	2

4.2.2. Liczba godzin, jaka upłynęła od urazu do operacji

Głównym czynnikiem odpowiedzialnym za czas, jaki upłynął od momentu urazu do replantacji, jest odległość od miejsca wypadku do szpitala. W zależności od dystansu od miejsca zdarzenia do szpitala oraz od warunków pogodowych, pacjenci byli transportowani karetką pogotowia lub Lotniczym Pogotowiem Ratunkowym. Odległość do pokonania wynosiła od 10 do 600 km. Z 69 pacjentów 28 osób pokonało odległość ponad 200 km, z czego 20 osób musiało pokonać odległość przekraczającą 300 km, w tym 10 ponad 400 km. Średnia odległość od miejsca zdarzenia do szpitala wyniosła 197 km. U 7 pacjentów czas od urazu do rozpoczęcia replantacji nie przekroczył 1 godziny. U 50 pacjentów czas ten był dłuższy niż 10 godzin, a u 13 pacjentów przekroczył 20 godzin. Najdłuższy okres od urazu do replantacji wyniósł 25 godzin. Średni czas wyniósł 13,9, mediana 16, odchylenie standardowe 7,4 (Tabela 9, Wykres 17).

Tabela 9. Przedstawienie parametrów upływu czasu od urazu do rozpoczęcia zabiegu operacyjnego.

ZMIENNA	ŚREDNIA	MEDIANA	ODCHYLENIE STANDARDOWE
LICZBA GODZIN OD URAZU DO ZABIEGU	13,9	16	7,4

Wykres 17. Graficzne przedstawienie zmiennych czasu i wieku.



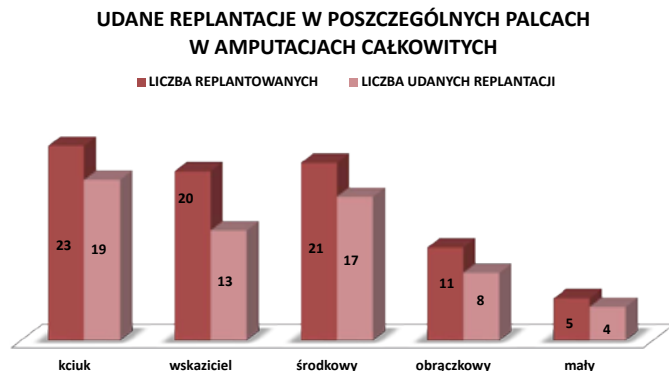
Nie stwierdzono różnic w omawianej zmiennej czasu i odległości pomiędzy pacjentami, u których w wyniku całkowitej amputacji zastosowano niedokrwienie zimne a pacjentami z niedokrwiem ciepłym. W podgrupie amputacji całkowitych średni odległość wyniosła 223,4 km, a średni czas rozpoczęcia zabiegu wyniósł 13,3 godziny. W amputacjach niecałkowitych średnia odległość wyniosła 155 km, a średni czas 15 godzin.

4.2.3. Rodzaj amputacji

Grupa badana składa się z 69 pacjentów podzielonych na podgrupę amputacji całkowitych i amputacji subtotałnych, czyli niecałkowitych.

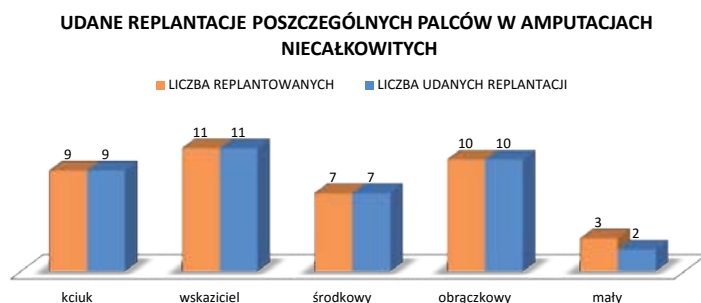
- Podgrupa amputacji całkowitych składała się z 44 pacjentów, u których doszło do amputacji urazowej 92 palców. Do replantacji zakwalifikowano 80 z nich. Były to: 23 kciuki, 20 wskazicieli, 21 palców środkowych, 11 obrączkowych i 5 małych. Analiza wyników replantacji pokazała, że przeżyło: 19 kciuków (82,6%), 13 wskazicieli (65%), 17 palców środkowych (81%), 8 palców obrączkowych (72%) i 4 palce małe (80%). Liczbę udanych replantacji poszczególnych palców na tle przeprowadzonych replantacji w amputacjach całkowitych przedstawia Wykres 18.

Wykres 18. Liczba 61 udanych replantacji spośród liczby wykonanych 80 replantacji w podgrupie amputacji całkowitych z podziałem na poszczególne palce.



- Podgrupa amputacji niecałkowitych: utworzyło ją 25 pacjentów, u których replantowano 40 z 42 amputowanych palców. Sukces odnotowano w 39 przypadkach, czyli w 97,5%. W tej grupie uzyskano 100% przeżyć w 9 replantacjach kciuków, 11 wskazicieli, 7 palców środkowych i 10 obrączkowych. Na 3 replantowane palce małe przeżyły dwa (66,7%) (Wykres 19).

Wykres 19. Liczba 39 udanych replantacji spośród 40 replantacji wykonanych w amputacjach niecałkowitych z podziałem na poszczególne palce.



Szczegółowe zestawienie powodzeń i niepowodzeń przypadających na replantacje palców w podgrupach palców amputowanych całkowicie i niecałkowicie z podziałem na poszczególne palce przedstawia Tabela 10.

Tabela 10. Szczegółowe zestawienie powodzeń i niepowodzeń replantacji.

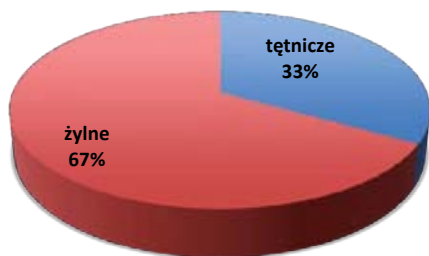
RODZAJ AMPUTACJI		PALEC I	PALEC II	PALEC III	PALEC IV	PALEC V	ŁĄCZNIE
WSZYSTKIE	LICZBA REPLANTACJI	32	31	28	21	8	120
	LICZBA POWODZEŃ	28	24	24	18	6	100
	% POWODZEŃ	87,5	77,5	85,7	85,7	75	83,3%
	LICZBA NIEPOWODZEŃ	4	7	4	3	2	20
	% NIEPOWODZEŃ	12,5	22,5	14,3	14,3	25	16,7
CAŁKOWITE	LICZBA REPLANTACJI	32	20	21	11	5	80
	LICZBA POWODZEŃ	19	13	17	8	4	61
	% POWODZEŃ	82,5	65	81	72	80	76,25
	LICZBA NIEPOWODZEŃ	4	7	4	3	1	19
	% NIEPOWODZEŃ	17,5	35	19	28	20	23,75

NIECAŁKOWITE	LICZBA REPLANTACJI	9	11	7	10	3	40
	LICZBA POWODZEŃ	9	11	7	10	2	39
	% POWODZEŃ	100	100	100	100	66,8	97,5
	LICZBA NIEPOWODZEŃ	0	0	0	0	1	1
	% NIEPOWODZEŃ	0	0	0	0	33,3	2,5

Porównano liczbę zespołów tętnicznych i żylnych w obu podgrupach. W 44 replantacjach w amputacjach całkowitych wykonano przywrócenie ukrwienia na drodze zespołów łącznie 104 tętnic i 209 żył, zatem proporcje wykonanych zespołów naczyniowych wynosiły 33% zespołów tętnicznych i 67% żylnych. W podgrupie 25 pacjentów z amputacjami prawie całkowitymi palców wykonano odpowiedni 54 zespoła tętnic, 91 zespołów żył, zatem proporcje wykonanych zespołów naczyniowych wynosiły 37% zespołów tętnicznych i 63% żylnych (Wykres 20, 21).

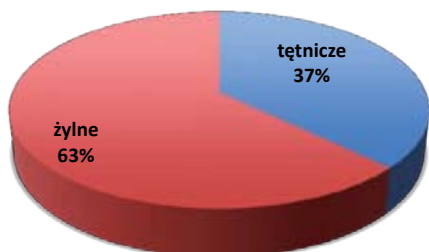
Wykres 20. Zespoła tętnicze i żylny w podgrupie replantacji palców amputowanych całkowicie.

amputacje całkowite



Wykres 21. Zespoła tętnicze i żylny w podgrupie replantacji palców amputowanych w amputacjach niecałkowitych.

amputacje niecałkowite



W podgrupie 80 replantacji w amputacjach całkowitych wykonano rekonstrukcję 95 nerwów palcowych. W podgrupie 40 replantacji w amputacjach niecałkowitych wykonano 44 rekonstrukcje nerwów.

Zespolenia mikrochirurgiczne u wszystkich pacjentów przedstawia Tabela 11.

Tabela 11. Liczba wykonanych zespożeń mikrochirurgicznych naczyń tętniczych, żylnych i nerwów.

AMPUTACJE	ZESPOLENIA TĘTNICZE	ZESPOLENIA ŻYLNIE	ZESPOLENIA NERWÓW
CAŁKOWITE	104	209	95
NIECAŁKOWITE	54	91	44
ŁĄCZNIE	158	300	139

4.2.4. Rodzaj znieczulenia

W grupie 69 pacjentów 39 pacjentów zostało zoperowanych w znieczuleniu regionalnym – bloku pachowym, z dodatkowym wspomaganiami w formie analgosedacji. 30 pacjentów było operowanych w znieczuleniu ogólnym i miało dodatkowo założony blok pachowy.

4.2.5. Pora roku

Podzielono pacjentów na operowanych w miesiącach od kwietnia do września i operowanych od października do marca. Zestawienie miesięcy, w których odbyła się operacja, pozwala na podzielenie pacjentów na dwie podobne liczbowo grupy, z których jedna była operowana w miesiącach tzw. zimnych, czyli od października do marca, a druga była operowana w tzw. miesiącach ciepłych, czyli od kwietnia do września. W pierwszej grupie znalazło się 33 chorych, natomiast w drugiej 36.

4.2.6. Wyniki statystyczne

Wykonano analizę statystyczną grupy badanej (pełny model) pełnego modelu składającego się z 69 pacjentów z uwzględnieniem płci. Zanalizowano zmienne, takie jak: wiek, pora roku, rodzaj replantacji, czas od urazu do zabiegu i rodzaj znieczulenia. Dewiacja badanego modelu wyniosła 56,508 przy 62 stopniach swobody. Za pomocą rozkładu chi-kwadrat otrzymano $p\text{-value}\approx 0,67$, co oznacza, że model jest dobrze dopasowany do zaobserwowanych danych. Odrzucono hipotezę, że model pusty ze stałym prawdopodobieństwem sukcesu wyjaśnia zaobserwowane dane ($p\text{-value}\approx 0,04$). Do zbadania wartości wyjaśniającej poszczególnych zmiennych użyto testu chi-kwadrat na różnicę dewiacji z hipotezą zerową, że dewiacja nie zmieniła się w sposób istotny po wyrzuceniu z modelu rozważanej zmiennej. Otrzymane wyniki przedstawia Tabela 12.

Tabela 12. Wyniki analizy statystycznej wpływu poszczególnych czynników na sukces replantacji w 69-osobowej grupie badawczej z uwzględnieniem płci.

ZMIENNA	DEWIACJA MNIEJSZEGO MODELU	p-VALUE
PŁEĆ	57,644	0,286
WIEK	57,659	0,283
PORA ROKU	78,496	0,000003
RODZAJ REPLANTACJI	70,067	0,0002
CZAS OD URAZU DO ZABIEGU	56,551	0,836
RODZAJ ZNIECZULENIA	57,515	0,316

Wynika stąd, że istotny wpływ na powodzenie replantacji mają jedynie pora roku i rodzaj amputacji.

W związku z niewielką liczbą kobiet w pełnym modelu, wynoszącą 7 osób na 62 mężczyzn, sprawdzono wpływ wyżej analizowanych czynników pod kątem wpływu na sukces replantacji, bez uwzględnienia płci pacjentów. W modelu, w którym nie brano pod uwagę płci, otrzymano dewiację 57,644 przy 63 stopniach swobody, co dalej daje bardzo dobre dopasowanie do danych ($p\text{-value}\approx 0,67$) i słabe dopasowanie modelu pustego ($p\text{-value}\approx 0,036$). Analogiczna do powyższej Tabela 13 przedstawia się następująco:

Tabela 13. Wyniki analizy statystycznej wpływu poszczególnych czynników na sukces replantacji w 69-osobowej grupie badawczej bez uwzględnienia płci.

ZMIENNA	DEWIACJA MNIEJSZEGO MODELU	p-VALUE
WIEK	58,382	0,390
PORA ROKU	79,117	0,000004
RODZAJ REPLANTACJI	71,811	0,00017
CZAS OD URAZU DO OPERACJI	57,647	0,959
RODZAJ ZNIECZULENIA	58,858	0,270

Wyniki pozostają praktycznie niezmiennione. To pozwala posumować obserwacje ze względu na istotne zmienne katagoryczne, co pozwoli na znaczne uproszczenie modelu.

Po podsumowaniu dane rozkładają się jak następuje (Tabela 14):

Tabela 14. Wpływ pory roku na szansę powodzenia replantacji z uwzględnieniem amputacji całkowitych i niecałkowitych.

RODZAJ AMPUTACJI	PORA ROKU	POWODZENIA	NIEPOWODZENIA	LICZBA PACJENTÓW
CAŁKOWITA	ciepła	46	4	25
CAŁKOWITA	zimna	15	15	19
NIECAŁKOWITA	ciepła	13	0	11
NIECAŁKOWITA	zimna	26	1	14

Model logistyczny dla tak pogrupowanych danych ma dziewięć 0,084 przy jednym stopniu swobody, co daje świetne dopasowanie do danych (p -value \approx 0,77) i zupełną niewspółmierność modelu pustego (p -value \approx 0,0000013). Oczywiście obie zmienne mają bardzo istotną wartość wyjaśniającą (p -value \approx 0,00001), w obu przypadkach w teście chi-kwadrat na równość dewiacji).

Z modelu można oszacować prawdopodobieństwo udanej replantacji, które wynoszą dla amputacji całkowitej 80–97% od kwietnia do września i 25–74% od października do marca. Dla amputacji niecałkowitych prawdopodobieństwo udanej replantacji w miesiącach ciepłych, czyli od kwietnia do września, wynosi 99–100%, a od października do marca – 91–99% (Tabela 15).

Tabela 15. Prawdopodobieństwo udanej replantacji w badanym modelu.

PRAWDOPODOBIEŃSTWO UDANEJ REPLANTACJI		
PORA ROKU	RODZAJ AMPUTACJI	
	CAŁKOWITA	NIECAŁKOWITA
KWIECIEŃ – WRZESIEŃ (CIEPŁA)	80–97%	99–100%
PAŹDZIERNIK – MARZEC (ZIMNA)	25–74%	91–99%

5. DYSKUSJA

Leczenie chirurgiczne urazów ręki jest bardzo szeroko dokumentowane w dostępnej literaturze naukowej. W porównaniu z liczbą wszystkich artykułów dotyczących chirurgii ręki, piśmiennictwo dotyczące replantacji jest skromne [21–28, 45, 58–75]. W dostępnej literaturze można znaleźć doniesienia przedstawiające wyniki przeżycia palców po replantacji, jak i ich funkcji. Funkcja wydaje się być kluczową wartością rokowniczą, niemniej jednak nie zawiera żadnych informacji dotyczących zadowolenia pacjenta i jego jakości życia [58, 65, 66, 75, 76].

Zaledwie jeden artykuł przedstawia wyniki analizy wpływu wyglądu ręki na jakość życia i stan emocjonalny pacjenta [77].

Większość autorów opiera wskazania do replantacji na przewidywalnym wyniku operacji, a nie na potrzebach pacjenta. W dostępnej literaturze można zaobserwować bardzo dużą różnicę w przeżywalności palców w amputacjach gilotynowych i nie-gilotynowych [60–76]. Podobnie wyniki różnią się w amputacjach całkowitych i niecałkowitych. Należy tu wspomnieć, że zwykle doniesienia w literaturze jako niecałkowitą amputację traktują tę, w której nie trzeba wykonać zespoła żylnych. Średnie przeżycie w amputacjach całkowitych w strefie II waha się na poziomie 45–70% przeżycia palców [78–81]. Mulders i wsp. ocenili wynik 315 całkowitych i subtotalnych amputacji w I i II strefie [74]. Amputowanych było 171 palców, 93 palce były replantowane, a 51 rewaskularyzowanych. Przeżycie w grupie replantacji wyniosło 48%, a rewaskularyzacji 80%. Gorszy wynik uzyskano w replantacjach na wysokości paliczka podstawnego niż stawu PIP lub DIP. Lindfors i Raatikainen uzyskali 55% powodzeń dla amputacji całkowitych i 77 dla subtotalnych [67]. Mulders przedstawia w swoim materiale 144 replantacji, jedynie 24% pacjentów po urazach zmiążdzeniowych palców lub awulsjach. Pomimo tego uzyskany odsetek przeżyć był na poziomie 48% w strefie II i 80% w strefie I [78]. Techniki chirurgiczne w detalach operacji różnią się, co świadczy o ciągłych potrzebach poszukiwania nowych rozwiązań. Niektórzy wykorzystują przeszczepy żył i nerwów, bez skracania kości, w celu poprawy ogólnego wyniku. W materiale Paulosa w replantacjach wykonanych w 2–13 godzin po amputacji, przeszczepy żyłne były użyte aż w 70% replantacji. Natomiast skrócenie kończyny było wykonane tylko w 16% przypadków. Niemniej jednak, w 32 przypadkach replantowanych palców nie odnotowano żadnego przypadku zmiążdżenia czy uszkodzeń charakterystycznych dla urazu piłą. Autorzy kładą szczególny nacisk na rekonstrukcję nerwów i aż w 33% przypadków wykonali przeszczep nerwów. Przedstawiony przez Paulosa schemat replantacji obejmował konieczność przeszczepów żylnych i przeszczepów nerwów, a wynik 93% przeżycia jest bardzo wysoki [79]. W przeciwieństwie do powyższych autorów, Nienstein przedstawia wyniki replantacji w urazach amputacyjnych po amputacji piłą, zmiążdżeniach czy wyrwaniu. Prezentuje on w materiale 171 replantacji palców w II strefie, wynik 62% niepowodzeń w replantacjach wyrwanych, 50% niepowodzeń w zmiążdżeniach i 29% niepowodzeń w palcach po amputacji piłą [80]. Warto dodać, że większość operacji w jego materiale była przeprowadzona w okresie letnim. Doniesienie lekarzy z San Paulo z 2015 roku, przedstawiające wyniki 50 replantacji i 15 rewaskularyzacji u 45 pacjentów, przedstawia analizę czynników rokowniczych. W przedstawianym materiale 83% replantacji przeprowadzonych było w amputacjach gilotynowych, a tylko 4,6% w awulsjach i 12,3% w urazach z komponentą zmiążdżenia. W replantacjach osiągnięto 54% sukcesów, w rewaskularyzacjach 93,3% powodzeń. Statystyka w badanej grupie wykazała na istnienie wpływu na powodzenie operacji jedynie konieczności wykonania zespoła żylnych [81].

Autorzy podkreślają wpływ umiejętności chirurga na sukces [82]. Podkreślają również, że do podjęcia decyzji o replantacji należy wziąć pod uwagę zawód pacjenta i jego oczekiwania [82, 83].

Wynik przedstawionej w niniejszej pracy grupie kontrolnej amputacji całkowitych nie-gilotynowych, wynoszący 45% sukcesów, jest porównywalny z wynikami przedstawianymi w literaturze. Warto podkreślić fakt, że gdyby z grupy tej nie wyeliminowano amputacji gilotynowych, to odsetek wszystkich udanych replantacji byłby jeszcze wyższy. Wynik w grupie badanej, w której zastosowano własne modyfikacje replantacji, jest istotnie wyższy statystycznie i wynosi 83,3% przeżyć łącznie w grupie amputacji całkowitych i subtotalnych. Sukces w nie-gilotynowych amputacjach całkowitych wyniósł 76,7%, a amputacjach niecałkowitych 97,5%. Analizowano jedynie pacjentów o wątpliwym wskazaniu do replantacji, u których doszło do poszarpania tkanek, miejscowego zmiążdżenia lub wyrwania. Wykluczenie z grupy badanej typowego wskazania, jakim jest amputacja gilotynowa, obniżył możliwy do osiągnięcia wynik. Na szczególne podkreślenie zasługuje rezultat uzyskany w replantacjach całkowitych amputacji w grupie badanej w okresie od kwietnia do września. Uzyskanie powodzenia operacji w 92% jest bardzo dobrym wynikiem, rzadko uzyskiwanym nawet w replantacjach całkowitych amputacji gilotynowych. Istotna różnica statystyczna, wpływająca na rokowanie lub prawdopodobieństwo powodzenia, wskazuje na znacznie lepsze szanse dla pacjentów, którzy doznali urazu w porze ciepłej lub mieszkają w ciepłym klimacie. Tak wysoki wynik przeżycia w grupie amputacji całkowitych z komponentą wyrwania lub poszarpania tkanek może być ważnym argumentem przemawiającym za celowością rozszerzenia wskazań do replantacji. Wynik ten został uzyskany przez szereg modyfikacji, które ostatecznie wpływają na zmniejszenie napięcia tkanek w miejscu replantacji. Pierwszą przyczyną wydaje się być W-kształtne, płatowe zamknięcie rany, możliwe dzięki skróceniu kości i uzyskaniu tą drogą nadmiaru tkanek. Drugim powodem uzyskania lepszych wyników może być sposób szycia ścięgien zginaczy. Polega on na rekonstrukcji tylko jednego ścięgna, zginacza głębokiego (FDP). Ścięgno zginacza powierzchownego (FDS) zostaje szeroko wycięte. Takie postępowanie opisywał również Casal [84]. Dopuszczalna jest transpozycja FDP w amputowanym palcu na FDS i szerokie wycięcie nieszytych ścięgien [85]. Z technicznego punktu widzenia jest to najbezpieczniejsza metoda zmniejszenia ciasnoty wewnątrzpochewkowej, która występuje zawsze, jeżeli zeszyje się oba ścięgna. Ścięgno w miejscu szycia jest grubsze niż przed urazem. System wewnątrzpochewkowy jest bardzo ciasny i nie pozwala na wykorzystanie rezerw, gdyż ich prawie nie ma [80]. Z tego też powodu pojawiła się kolejna modyfikacja szycia pourazowego palców z zespoleniem wewnątrzpochewkowym ścięgna FDP i przemieszczeniem poza pochewkę ścięgna FDS [87]. Wiadomo również, że siła palca z zeszytym pojedynczym ścięgnem FDP jest niewiele mniejsza niż w ręce zdrowej, siła w rękach zależna jest od ogólnej siły fizycznej pacjenta, a metody modyfikacji szycia ścięgien zginaczy dowodzą istnienia poważnego problemu powrotu funkcji nie tylko po replantacjach, ale również po ranach z izolowanym przecięciem ścięgien [87–96]. Jeżeli w trakcie operacji odszukanie bliższego końca ścięgna zginacza jest problemem, wówczas należy otworzyć kanał nadgarstka i po wyłonieniu ścięgna w kanale przeprowadzić go przez pochewkę [86].

W literaturze nie ma jednomyślności co do wskazań do replantacji, z wyjątkiem amputacji gilotynowych kciuka lub ręki albo amputacji u dzieci [23, 61, 69–75, 88–90, 100, 101]. Zwykle nie kwalifikuje się do replantacji pacjenta z amputacją dystalną palców w strefie I lub amputacją pojedynczą palca V. Dotyczy to zwłaszcza chorego, który wymaga szybkiego powrotu do pracy [86]. Częstym wskazaniem jest mnoga amputacja palców, ale i tu pojawiają się rozbieżności. Jedne ośrodki kwalifikują wyłącznie amputacje w strefie I i ich jest przeważająca liczba. Z tech-

nicznego punktu widzenia te zabiegi są trudniejsze niż replantacja w strefie II z powodu małego kalibru naczyń, szczególnie żylnych, które są trudniejsze zarówno do odnalezienia, jak i zespalania. Z tego też powodu wprowadzono nowe pojęcie „super-microsurgery”, w celu opisanie umiejętności zespalania szczególnie małych naczyń, czyli tych o średnicy od 0,3 mm do 0,8 mm [102]. Wnikliwa analiza przedstawionych przez różne ośrodki materiałów pokazuje zaskakujące wyniki. Otóż replantacje w strefie I, najczęściej dotyczące części dystalnej, poza przyczepem ścięgna FDP, polegają w większości wypadków na stabilizacji kości, zespoleniu tętnicy i zeszytciu skóry [103, 104]. Można poddać do dyskusji, czy taki zabieg powinien być nazwany replantacją. Autorzy podają wyniki replantacji w strefie I, mówiące o przeżyciu 50% palców bez zespolień żylnych [103, 104]. Dostępne są publikacje podkreślające zwiększenie przeżywalności replantowanych palców po wykonaniu zespolenia żylnych, co z drugiej strony jest klasycznym elementem każdej replantacji. Podobne wyniki dotyczą nerwów. Autorzy kilku publikacji podają uzyskanie bardzo dobrych wyników dyskryminacji dwupunktowej bez szycia nerwów w I strefie replantacji. Wynik bez rekonstrukcji nerwów mówiący o dyskryminacji dwupunktowej na poziomie 3,3–4,3 mm u 8 pacjentów opisanych przez Faivre na tle wyniku 7 mm przy wykonanej rekonstrukcji u prawie 1000 pacjentów, zebranej przez Sebastina, nasuwa kontrowersyjne wnioski [26, 105]. Konieczność szycia nerwów kwestionują również Ozelik i Wong [106, 107]. Jest pewne, że przeprowadzenie replantacji bez szycia żył i nerwów jest zabiegiem prostszym i mniej czasochłonnym. Pojawiły się w literaturze doniesienia o gorszej funkcji stawu PIP po replantacji w strefie I i w związku z tym propozycja dyskwalifikacji strefy I z replantacji. Hattori wykazał na grupie 23 replantowanych pacjentów i 23-osobowej grupie kontrolnej bez replantacji w tej strefie, że sprawność stawu PIP jest większa u pacjentów, u których nie wykonano replantacji. Jako przewidywany powód tego Hattori podaje oszczędzanie palca i ręki po replantacji, co wykazał u 9 na 23 operowanych pacjentów [108]. Doniesienia z ośrodka szczecińskiego podają natomiast lepsze wyniki funkcji ręki po terminacji palców niż po replantacji, co poddaje w wątpliwość w ogóle sens replantacji palców [82]. Zarzutom przeciwko replantacji w strefie II jest zła funkcja motoryczna palców. Niemniej jednak, śledząc literaturę z zakresu chirurgii ręki, widzimy, że ten problem dotyczy wszystkich pacjentów po przecięciu zginaczy powierzchownych i głębokich w strefie II. Doprowadziło to do powstania wielu modyfikacji technik szycia ścięgien [87–99]. Niemniej jednak istnieją doniesienia (Sears i wsp.), które mówią o niedużej różnicy wyników replantacji w mechanizmie wyrwania w strefie II, na poziomie 140 stopni w teście TAM w porównaniu ze 190 stopni w pozostałych urazach [109]. Lima i wsp. przedstawiają wynik 54% sukcesów w strefie I i II dla wszystkich mechanizmów replantacji w amputacjach całkowitych dla 50 pacjentów i 90% w rewaskularyzacjach w urazach, w które wliczone były nawet palce bez uszkodzeń kości (15 pacjentów) [110]. Rana cięta była przyczyną 83% amputacji w tej grupie, pozostałe urazy stanowiły jedynie 17%. Prawie 70% to urazy w strefie II. Autorzy tego doniesienia podkreślają, że jedyny czynnik prognostyczny w replantacjach to konieczność wykonania zespolenia żylnych.

Wielu autorów, jak Paulos i wsp. czy Nienstein i wsp., nie kwalifikuje do replantacji palców w strefie I, a kwalifikuje w strefie II [79, 80]. Paulos dodatkowo rekomenduje replantację pojedynczych palców amputowanych w strefie II, co w wielu ośrodkach znajduje się na liście przeciwwskazań. Nienstein w replantacjach nie-gilotynowych w strefie II ma tylko 29% niepowodzeń, pomimo niewykluczenia palaczy z replantacji [80].

Kolejnym problemem jest kwalifikacja do replantacji pojedynczych palców długich [96–117]. Przeciwnicy nie przyszywają palców V, inni palców II [82, 100, 111]. Zdecydowana większość autorów kwalifikuje do replantacji pacjentów, którzy utracili kilka palców [82, 86, 100]. Poddawane

są w wątpliwość korzyści po replantacji palca pojedynczego [82]. Inni autorzy, jak Eliot, wykazują, że wynik replantacji pojedynczego palca jest lepszy niż jego terminalizacja [118]. Różnice dotyczą też wagi typu zakwalifikowanych do replantacji palców. May rekomenduje kolejność: I, III, IV, II, V [119]. Natomiast Kim poleca replantowanie palców I, II i III [111]. W Stanach Zjednoczonych kwalifikuje się do replantacji jedynie 25% palców [120]. W USA w amputacjach wskaźnika na wysokości PIP wykonuje się 31% replantacji, na wysokości DIP 38% replantacji. Wykonuje się również replantację palca V na wysokości DIP u co 4. pacjenta. W przeciwieństwie do tego w Japonii replantuje się około 90% palców, w tym szczególnie palec V [120]. To mogłoby wskazywać na lepsze doświadczenie Japończyków, tak jednak nie jest. Dostępność do zabiegów replantacyjnych w USA, na podstawie analizy 906 szpitali wykazała, że jedynie w 134 z nich wykonuje się replantacje. Ta liczba wskazuje na bardzo dobry system opieki zdrowotnej. Szczegółowa analiza pokazuje jednak, że w 60% z tych szpitali wykonuje się jedną replantację rocznie, a tylko w 2% więcej niż 10 rocznie. To potwierdza istnienie jedynie kilku doświadczonych centrów replantacyjnych [121]. Porównanie wyników liczby przeprowadzonych replantacji w ośrodkach amerykańskich, o tak niskim wskaźniku kwalifikacji do przyszcicia palców, z ośrodkami japońskimi wykazała, że liczba tych zabiegów wykonywana rocznie jest zbliżona. Różnice w populacji mogą być przyczyną tego wyniku. Śledząc dane z USA można dowiedzieć się, że z grupy kwalifikowanych 25% do 30% według innych danych, wśród dzieci wykonuje się jedynie 40% replantacji, co jest niemałym zaskoczeniem wobec ogólnie przyjętego wskazania kwalifikacji do replantacji wszystkich palców u dzieci [122]. Oczywiście wiadomym jest, że część palców pourazowych nie nadaje się do przyszcicia, ale takie informacje nie są ujmowane w tego typu statystykach. Inna publikacja z USA daje odpowiedź na ograniczenia w kwalifikacjach – jest to odsetek nieubezpieczonych pacjentów lub posiadających niskie ubezpieczenia [123–126]. Do replantacji kwalifikowani są pacjenci ubezpieczeni, jedynie 2% zabiegów odbywa się z własnych nakładów finansowych chorych [121]. Do rzetelnej oceny całości epidemiologii konieczne jest wspomnienie o licznych publikacjach analizujących koszty replantacji. Wyniki te mówią, że droższa jest replantacja pojedynczego palca niż palców mnogich. Analiza ekonomiczna replantacji oraz amputacji pourazowych przedstawiona w 2014 roku w *Plastic and Reconstructive Surgery* dowodzi, że wskaźnik koszt–korzyść w replantacji jednego palca jest wyższy niż palców mnogich [15].

W badanym materiale 83% udanych replantacji palców w II strefie Verdana w amputacjach nie-gilotynowych wydaje się być bardzo dobry, a zastosowanie własnych modyfikacji pozwoliło na podniesienie wyniku z poziomu 45% operowanych metodą tradycyjną. Należy tu również zwrócić uwagę na wysoki odsetek kwalifikacji do replantacji, pomimo wątpliwego rokowania z racji na stopień zniszczenia tkanek odciętych z ich poszarpaniem. Odrzucono w tym badaniu pacjentów, których z założenia kwalifikuje się do replantacji, i pozostawiono grupę o nieporównywalnie większym ryzyku niepowodzenia. Z tej grupy zakwalifikowano do replantacji 89,5% palców, czyli 9 palców na każde 10 uciętych, zakwalifikowanych wstępnie do przyjęcia do szpitala. Grupa opisanych 69 pacjentów z amputacjami nie-gilotynowymi w strefie II Verdana to pacjenci po wstępnej selekcji na etapie kontaktu pogotowia ratunkowego z oddziałem. Wstępna dyskwalifikacja pacjentów z pojedynczymi amputacjami palców, zwłaszcza palca V i wskaźnika, dotyczyła w przeważającej mierze pracowników fizycznych wymagających szybkiego powrotu do pracy. Chorzy, którzy w rozmowie z lekarzem SOR nie wyrażali chęci walki o amputowaną część, również nie byli kwalifikowani do przyjęcia na dyżur replantacyjny. Potwierdzony fotograficznie zakres zniszczeń uniemożliwiający bezsprzecznie techniczne przeprowadzenie operacji był powodem odstąpienia od transportu pacjenta, często nawet kilkaset kilometrów od domu. Natomiast

dodatni wywiad nikotynowy nie był powodem dyskwalifikacji do replantacji palców, chyba że nakładał się na inne czynniki uniemożliwiające operację.

Analiza czynników rokowniczych przyniosła również zaskakujący, nieopisywany dotychczas rezultat mówiący o wpływie pory roku na powodzenie replantacji. Znacznie wyższy wskaźnik udanych replantacji wykonywanych w miesiącach między kwietniem a wrześniem jest ciekawą obserwacją, którą można wykorzystać w dostosowaniu postępowania z pacjentem w porze zimnej. Znaczący wpływ warunków zewnętrznych może być wyeliminowany na drodze utrzymywania stałej, ciepłej temperatury w pomieszczeniu pacjenta. Nie wolno również zapomnieć o konieczności utrzymywania wysokiej temperatury w trakcie sprężania w komorze hiperbarycznej. Obniżanie temperatury w trakcie sprężeń mogło wpłynąć niekorzystnie i przyczynić się do niepowodzenia w dwóch replantacjach w opisanym materiale.

W części statystycznej pracy przedstawiony model dwuczynnikowy, który jest dobrze dopasowany do danych. Analizując wpływ pory roku, nie dzielono pacjentów na płeć z powodu stosunkowo niewielkiej liczby kobiet. Dzięki temu zwiększono liczbę prób w obserwacjach. Wraz ze wzrostem liczby prób proporcja powodzenia–próby powinna zmierzać do „prawdziwego” prawdopodobieństwa sukcesu. Skoro jednak szacuje się prawdopodobieństwo dla dwóch zmiennych jakościowych, to ewentualny spadek lub wzrost proporcji powodzeń będzie tym bardziej widoczny, jeśli podsumuje się wszystkie obserwacje ze względu na te zmienne. Oczywiście pewne warunki muszą zostać spełnione, by taka operacja miała sens. Po pierwsze w każdej grupie musi być odpowiednia ilość obserwacji. W omawianym materiale w najgorszym wypadku jest 11 pacjentów w grupie, co jest wystarczające. Po drugie, żadna obserwacja nie może dominować nad pozostałymi, tzn. w żadnej grupie nie może występować obserwacja bądź dwie, w których jest ogromna część wszystkich prób w danej grupie, co w powyższym przypadku nie ma miejsca ze względu na naturalne ograniczenia, jakimi jest liczba palców ręki. Wykazanie wpływu pory roku na wynik replantacji palców jest niespotykanym w literaturze wnioskiem. Kolejny wniosek mówiący o braku wpływu czasu upływającego od urazu do replantacji nie może być interpretowany bezpośrednio. Byłby to wynik zaprzeczający zarówno wiedzy, jak i logice. Interpretacja pośrednia tej zmiennej daje nam ocenę skuteczności opracowanego systemu dyżurów replantacyjnych – począwszy od komunikacji z pogotowiem, poprzez wewnętrzny system pracy zespołu replantacyjnego. Pomimo iż tolerancja niedokrwienia palców jest znacznie wyższa niż amputacji wyższych poziomów, wynik ten podkreśla, że opracowane procedury replantacyjne i system pracy lekarzy i pielęgniarek jest efektywny. Praca statystyczna dotyczy urazów nie-gilotynowych, czyli takich, w których decyzja o replantacji nie jest jednoznacznie oczywista. Analizując literaturę i doniesienia od początku rozwoju zabiegów replantacyjnych pod kątem mechanizmu urazu, jedynie amputacje gilotynowe są czystym wskazaniem do replantacji. W amputacji gilotynowej zarówno kikut, jak i część amputowana doznają minimalnego urazu tkankowego w miejscu cięcia. W takich wypadkach zadaniem chirurga jest anatomiczne odtworzenie ciągłości poszczególnych tkanek, w tym odtworzenie krążenia jako elementu warunkującego przeżycie replantowanej części kończyny. Niemniej jednak nawet w tak oczywistych przypadkach nie ma jednego stanowiska co do ostatecznej kwalifikacji do zabiegu. Amputacje gilotynowe na wysokości nadgarstka, przedramienia i dystalnej części ramienia stanowią z założenia wskazania do replantacji, ale wskazanie to obowiązuje jedynie przez kilka godzin od urazu. Najpoważniejszą konsekwencją amputacji jest odcięcie krążenia, czyli dewaskularyzacja. Konsekwencją tego jest niedotlenienie mięśni i postępujące z każdą godziną zmiany martwicze tkanek. Jeżeli niedotlenienie tkanki mięśniowej nie przekroczy 8 do 12 godzin, zmiany te są zmianami odwracalnymi i moż-

na liczyć na sukces replantacji [113–117]. Musimy w tym miejscu pamiętać, że od czasu zgłoszenia urazu do przyjęcia i rozpoczęcia zabiegu, nawet w najlepiej zorganizowanym systemie, upływa przynajmniej jedna do dwóch godzin. Od rozpoczęcia zabiegu do zespolenia tętnicy musi upłynąć czas potrzebny na zespolenia kostne i rekonstrukcję ścięgien czy szycie mięśni. Etap ten poprzedza jeszcze identyfikacja struktur koniecznych do rekonstrukcji zarówno w kikucie, jak i w części amputowanej. To kolejna godzina lub więcej. Zmiany wynikające z niedotlenienia tkanek zachodzą w mięśniach już po 2 godzinach niedokrwienia, ale jest to groźne w amputacjach wysokich [86]. Dla porównania skóra umieszczona w odpowiednim podłożu i właściwie schłodzona może być przechowywana nawet przed miesiąc. Niedokrwienie powoduje niedotlenienie, a to jest przyczyną zmiany metabolizmu z tlenowego na beztlenowy. Adenozynotrójfosforan produkowany w procesie glikolizy kontroluje wewnątrzkomórkowe pH. Jeżeli dowóz ATP jest zmniejszony, wówczas dochodzi do zwiększonej wewnątrzkomórkowej koncentracji jonów Na i Ca. Niedokrwienie indukuje produkcję fosfolipazy A2 i lizozymu, których przekroczenie krytycznego poziomu skutkuje nekrozą komórek. Rewaskularyzacja, jeżeli jest wykonana odpowiednio wcześnie, powoduje odwrócenie opisanych procesów. Jeżeli wykonana jest zbyt późno, może spowodować powstanie zespołu reperfuzyjnego [4]. Wolne rodniki tlenowe, nadtlenek wodoru i jony wodorotlenkowe reagują z błonami komórkowymi szczególnie śródłonka naczyniowego. To powoduje bezpośrednie uszkodzenie komórek i produkcję mediatorów zapalnych. Jeżeli po rewaskularyzacji dostają się one do krwioobiegu, mogą spowodować zaburzenia świadomości, zaburzenia rytmu serca, kwasicę metaboliczną, żółtaczkę, mioglobiniurę, a nawet zespół niewydolności wielonarządowej. Do metod redukujących ryzyko zespołu reperfuzyjnego należy schładzanie odciętej kończyny, perfundowanie jej naczyń roztworem heparyny, stosowanie leków antyagregacyjnych, wymiataczy wolnych rodników czy inhibitorów leukocytów [127]. Zespół reperfuzyjny, jako bezpośrednie zagrożenie życia, może wymagać włączenia procedur nerkozastępczych, czyli dializ ze wskazań pozanerkowych. Przedstawiony niekorzystny scenariusz dotyczący amputacji wysokich jest dowodem na konieczną dużą odpowiedzialność przy podejmowaniu decyzji o wysokiej replantacji i o konieczności obiektywizmu w ocenie własnych możliwości chirurgicznych. Korzystnym faktem w tej grupie zabiegów jest brak konieczności posiadania wysokich umiejętności mikrochirurgicznych, gdyż proksymalnie od nadgarstka średnica wszystkich naczyń czy nerwów nie stanowi poważnego wyzwania i całkowity czas replantacji kończyny na takiej wysokości może być porównywalny z trudną replantacją nawet pojedynczego palca [86]. Im mniejsze kalibry naczyń krwionośnych, tym replantacja staje się trudniejsza. Największym wyzwaniem wydaje się być śródrezcze. Trudność w replantacji związana jest tu zarówno z ograniczeniem czasowym z powodu niedokrwienia mięśni krótkich ręki, jak i małymi kalibrami naczyń krwionośnych i nerwów, a dodatkowo stosunkowo trudną anatomią chirurgiczną i trudnym dostępem. Przy stosunkowo małej łącznej masie niedokrwionych mięśni nie mamy tu zagrożenia zespołem reperfuzyjnym. Przedłużone niedokrwienie może jednak wpływać fatalnie na gojenie się tkanek, pomimo sprawnego przepływu przez zespolone tętnice i żyły. Szczególnym wyzwaniem dla chirurga operującego amputowaną rękę na tej wysokości jest amputacja niecałkowita. Mamy tu dwa dodatkowe utrudnienia. Pierwszym jest brak możliwości schłodzenia dewaskularyzowanej kończyny do pożądanej temperatury 4°C, drugim – jeszcze bardziej utrudniony dostęp chirurgiczny. W sytuacji, gdy rana przebiega od strony grzbietowej, może dojść do subtotalnej amputacji z przecięciem kości śródrezcza, wszystkich ścięgien, łuku dłoniowego głębokiego i powierzchownego oraz nerwów, a skóra powierzchni dłoniowej może być nieprzerwana. Taki przypadek jest szczególnie trudny, gdyż zespolenia tętnic i nerwów muszą być wykonane przed szyciem ścięgien zginaczy i przed stabilizacją kostną [86]. Rekonstrukcja naczyń tętniczych o średnicy około 1,5 mm, odchodzących od łuku, jest trudna, ponieważ

dostęp jest niewdzięczny, a mobilność naczyń w tym miejscu minimalna. Szycie tętnic odbywa się często według techniki tylnej ściany, a dołożenie dodatkowego szwu od tyłu w wypadku nieuszczelnności jest często niemożliwe. Replantacje palców nie są objęte ryzykiem opisanego powyżej zespołu reperfuzyjnego, a wielu autorów opisało udane operacje nawet po upływie 54–94 godzin [119, 127–129]. Stosowanie podskórne i ogólne heparyny wydłuża przeżycie palców [130, 131]. Szczególnie wysokie ryzyko zakrzepicy dotyczy palaczy [129].

Replantacje palców należą do najtrudniejszych operacji, zwłaszcza u dzieci [86]. O ile u pacjentów dorosłych można wykonać replantację palca nawet na wysokości stawu międzypaliczkowego dalszego z wykorzystaniem lup o powiększeniu 2,5, to u dzieci bez mikroskopu chirurgicznego zabieg taki jest niemożliwy. Naczynia tętnicze u dzieci mają średnicę zewnętrzną od 0,5–1 mm, ale dzięki sztywności i sprężystości ściany są stosunkowo łatwe do zespolenia. Skrajną trudnością wymagającą największej sprawności mikrochirurgicznej jest znalezienie i zeszytanie naczyń żylnych palców [86]. U kilkuletniego dziecka naczynia żyłne konieczne do rekonstrukcji mogą nie przekroczyć średnicy 0,4 mm, a wiotkość ściany podnosi skalę trudności zabiegu. Czas replantacji pojedynczego palca u dziecka może wynosić nawet 5–8 godzin, chociaż u dorosłych również zdarzają się takie przypadki.

Innym problemem jest replantacja palców w okresie dłuższym niż bezpieczny czas niedokrwienia, kiedy doszło do wykrzepienia tętnicy w amputowanym palcu. Z problemem takim można spotkać się po upływie 24 godzin ciepłego niedokrwienia. Takie sytuacje mają często miejsce w amputacjach niecałkowitych, które są zaopatrywane pierwotnie w ośrodkach niedysponujących możliwością zaopatrzenia mikrochirurgicznego. Jeżeli po kilku lub kilkudziesięciu godzinach od operacji – polegającej na ustabilizowaniu kości drutem Kirschnera, zeszytaniu ścięgien i skóry – wiadomym jest, że palec nie ma ukrwienia, wtedy z reguły nie ma już możliwości wykonania pierwotnej rekonstrukcji naczyń krwionośnych [86]. Ratunkową operacją wtedy jest połączenie kikuta tętnicy z żyłą strony grzbietowej palca, przy użyciu wstawki, np. z dłoniowej części przedramienia i rekonstrukcji naczynia żylnego. Próba takiej operacji ma sens jedynie przy amputacji na wysokości podstawy paliczka bliższego, gdyż paliczek dalszy nie ma przewidywalnych szans na przeżycie z powodu wykrzepienia mikrokrążenia [86]. Walka zatem rozgrywa się o paliczek podstawny i środkowy, co w przypadku niektórych pacjentów, biorąc pod uwagę zawód, może być bardzo ważne.

Czas trwania operacji zależy w dużej mierze od stopnia zniszczeń tkanek, czyli pośrednio od mechanizmu urazu. Tu trzeba powiedzieć o najczęstszej przyczynie powodującej rany szarpane, czyli o urazach piłą tarczową. Najważniejszą cechą tych urazów jest fakt, że nie są to czyste rany cięte jak w amputacjach gilotynowych. Obraz kliniczny różni się nie tylko w zależności od wysokości i kierunku urazu, ale szczególnie w zależności od wielkości zębów piły. Rana może różnić się od wąskiego pasa zniszczeń do ubytku kilku centymetrów kości i tkanek miękkich. W korzystnych przypadkach kikuty, szczególnie nerwów, będą w linii cięcia, w innym przypadku mogą być wyrwane nawet na długości kilku centymetrów. Sterczące z amputowanej części lub kikuta nerwy świadczą o wielopoziomowym urazie [80]. Dowodzą również słuszności podejrzenia, że rozległość uszkodzenia naczyń krwionośnych może być znacznie większa niż widoczna w brzegach rany. Jest to spowodowane faktem dużej elastyczności mięśniówki naczynia tętniczego, przy małej elastyczności śródbłonna. Gdy ząb piły natrafia na nerw, który nie przecina w miejscu kontaktu metalu z tkanką tylko wyrwa z rozciągnięcia, ten sam mechanizm powoduje uszkodzenie naczynia tętniczego. W momencie pociągania przez obracający się metal mięśniówka naczynia

ulega chwilowemu rozciągnięciu, aż do momentu przerwania jej ciągłości. Rozciągnięcie mięśniówki jest odwracalne, czyli po przerwaniu ciągłości długość tętnicy pozostaje taka jak wyjściowa, z wyjątkiem pasa uszkodzonego przy rozrywaniu, którego, jak wspomniano, wielkość zależy od szerokości zębów piły. W tym samym czasie dochodzi również do rozciągnięcia wysielającego w środku naczynie śródbłonna. Śródbłonek naczyniowy nie jest tak elastyczny jak mięśniówka i w czasie rozciągania dochodzi do jego rozfragmentowania. Rozerwany w środku śródbłonek może ulec oderwaniu i zaczipować naczynie krwionośne w miejscu jego zespalania albo nawet za zespoleniem [86]. Zatkanie śródbłonkiem naczynia tętniczego powoduje wtórne niedokrwienie replantowanego palca i niepowodzenie zabiegu, które może nastąpić nawet kilka dni po replantacji. Szczególnym wyzwaniem w leczeniu konsekwencji awulsji są tak zwane palce obrączkowe. Konieczność zastosowania przeszczepów żylnych, a nawet płatów tkankowych z naczyniem żylnym, to niektóre z propozycji poprawy przeżywalności [132–144]. Nerwy na wysokości śródreżcza i palców często są poszarpane i nie zawsze mogą być w tym etapie zrekonstruowane. Utrudnieniem w szyciu nerwów na śródreżczu jest również obrzęk mięśni spowodowany przez uraz i narastający z każdą godziną zabiegu. Kiepskie właściwości mechaniczne nerwów na tej wysokości nie pozwalają na szycie nerwu pod napięciem, nawet gdyby napięcie wynikało z obrzęku, a nie z braku długości samego nerwu [86]. Zastosowanie różnych trików, jak krzyżowe zespolenia naczyń czy nerwów z transpozycją z jednego promienia ręki na drugi, muszą być dobrze opisane w protokole operacyjnym w celu przypomnienia zmian w anatomii przed planowym zabiegiem rekonstrukcyjnym. Jeżeli operujemy pacjenta z amputacją mnogą palców i nie podejmujemy decyzji o replantacji wszystkich palców (z powodu stopnia uszkodzenia tkanek lub czasem w wypadku amputacji palca V), palec nieprzyszywany traktujemy jako rezerwuuar dawczy tkanek, począwszy od kości, skończywszy na tętnicach czy nerwach służących jako wstawki czy nawet fragmentów skóry [86].

Opisane uszkodzenia w miejscu przecięcia ręki piłą dotyczą najczęściej obszaru o kilkucentymetrowej szerokości. Jeżeli do amputacji dojdzie w wyniku wyrwania ręki lub kończyny górnej na różnej wysokości, wówczas obszar uszkodzeń może obejmować prawie całą długość kończyny. Wyrwanie, czyli awulsja, to najgorszy typ urazu, z założenia dyskwalifikujący z replantacji. Wyrwane ścięgna czy nerwy sterczą często na kilkanaście lub kilkadziesiąt centymetrów z amputowanej części i świadczą o konieczności równie szerokiego preparowania tkanek w celu znalezienia odpowiednich kikutów struktur. Przy wyrwaniu kończyny pomiędzy łokciem a barkiem często dochodzi do wyrwania nerwów wysoko ze splotu ramiennego. Taki stan nie daje żadnych szans na rekonstrukcję nerwów i powrót funkcji kończyny i powoduje dyskwalifikację z replantacji. Wyrwaniu często towarzyszy skalpacja. Często konieczne jest wykonanie wstawek żylnych w rekonstrukcji naczyń [132, 138–144]. To ułatwia szeroką fasciotomię, będącą warunkiem powodzenia każdej amputacji proksymalnie od nadgarstka, ale nie daje żadnej pewności przeżycia takiej skóry. Nie należy wówczas bać się pobrania większej ilości przeszczepów skóry. Pokrycie ran przedramienia czy ramienia, powstałych po tworzeniu dostępu do tkanek czy do fasciotomii, powinno się odbyć przy pomocy przeszczepów skóry pośredniej grubości, posiatkowanych w skali 1,5:1. Dzięki temu nie tylko unikamy szycia ran pod napięciem, ale dajemy szansę kończynie na uniknięcie martwicy z zaburzeń krążenia, które mogą powstać na skutek obrzęku kończyny. Obrzęk jest tym większy, im wyższe miejsce amputacji. Utrzymuje się on nawet kilka i kilkanaście miesięcy i ma cechy zastojowego limfatycznego. Rehabilitacja pomaga pacjentom w niwelowaniu związanych z tym dolegliwości. Pomimo tego, że awulsja dyskwalifikuje z replantacji, nie jest błędem podjęcie jej próby, jeżeli chirurg czuje się na siłach podołać takiemu wyzwaniu. Niektórzy autorzy rekomendują podjęcie próby replantacji w każdym możliwym wypadku,

szczególnie gdy dotyczy II strefy Verdana [45, 61, 79, 80, 109]. Niniejsza praca dowodzi słuszności tego nurtu. Właśnie ta grupa zabiegów jest najbardziej kontrowersyjna, a pojawiające się wyniki pokazujące sukcesy potwierdzają sens takich heroicznym prób, zwłaszcza gdy sukces dotyczy powrotu funkcji [28, 109]. W tym miejscu należy podkreślić, że sukces replantacji to nie jest jedynie przeżycie kończyny, ale sukcesem określamy różnego stopnia powrót funkcji, pozwalający pacjentowi na wykorzystanie ręki w czynnościach dnia codziennego, a nawet w pracy, jak i pozwalający na poprawę jakości życia w stosunku do życia z pourazowym kikutem. Należy tu szczególnie podkreślić odmienną rolę kciuka w stosunku do pozostałych palców. Z racji na jego przeciwstawność, nawet sztywny kciuk przy odpowiedniej funkcji palców długich poprawia funkcję ręki w stosunku do stanu po amputacji. Dlatego rozmaite metody rekonstrukcji funkcji kciuka są cennym rozwiązaniem i szansą na poprawę jakości życia pacjenta [25, 144, 145, 146]. Coraz to doskonalsze protezy kończyn ciągle nie są w stanie zastąpić własnej kończyny. Dlatego również staramy się odtworzyć czucie, pierwotnie lub w zabiegach wtórnych. Rekonstrukcja nerwów zapewnia nie tylko czucie bólu, temperatury, trudniej o powrót czucia dotyku lub czucia dwupunktowego. Szczególnie istotna rola nerwów to zabezpieczenie pacjenta przed dolegliwościami bólowymi odnerwionej kończyny, nasilającymi się zwłaszcza zimą [130].

Nawet temat tak z założenia oczywisty jak stabilizacja kostna jest pełen kontrowersji. Prawdopodobnie różnorodność metod stabilizacji wynika z odmienności problemów w zależności od rodzaju zniszczeń doznanych w urazie. W praktyce klinicznej przeważająca ilość amputacji piłą mechaniczną powoduje zniszczenia tkanki kostnej niepozwalające na zespolenie mikropłytką, z powodu często wieloodłamowego charakteru lub ubytków kości. Krzyżowe zespolenie drutami K z ominięciem stawów w celu zachowania ich ruchomości jest często technicznie niemożliwe lub jest związane z ryzykiem „dołamania” fragmentów kostnych. Dużo urazów *a priori* przechodzi poprzez staw MCP lub PIP. Dlatego stabilizacja osiowa z drutem K unieruchamiających sąsiednie stawy wydaje się być najbardziej przydatna [51, 86]. Nie wszyscy autorzy preferują skracanie szkieletu kostnego o kilka milimetrów w ranach szarpanych. Tylko skrócenie kości przy poszarpaniu brzegów ran, np. piłą tarczową, gwarantuje możliwość jednoczesnego przeprowadzenia rekonstrukcji nerwów [124–132]. O ile można bez skrócenia kości w takich przypadkach odtworzyć krążenie przy pomocy wstawek naczyniowych pobranych np. z przedramienia lub sąsiedztwa, to nie ma możliwości rekonstrukcji nerwu przy ubytku jego długości po wycięciu zniszczonej części [132, 138, 142]. Wtórna rekonstrukcja nerwów staje się wówczas koniecznością. Stabilizacja osiowa z wyprowadzeniem końca druta Kirschnera poniżej płytki paznokciowej daje szansę na zmniejszenie napięcia na rekonstruowanej tętnicy szczególnie zagrożonej w trakcie pourazowego i pooperacyjnego obrzęku tkanek. W replantacjach kilku palców, przy braku pewności możliwości kontynuacji leczenia pacjenta, pierwotne uzyskanie zgięcia w stawie międzypaliczkowym dalszym o 30–40 stopni gwarantuje pacjentowi ustawienie stawu DIP ułatwiające chwyt [86].

Poważnym problemem pacjentów po amputacjach i replantacjach jest osłabienie lub utrata zdolności czucia. Przecięcie nerwów palcowych nawet w subtotalnej amputacji rozpoczyna szereg problemów, z których największym jest ból nasilający się zimą. Holmberg i inni autorzy podkreślali kluczową rolę rekonstrukcji nerwów w celu zmniejszenia dolegliwości bólowych replantowanej kończyny przy kontakcie z zimnem [130]. O ile pierwotna rekonstrukcja nerwu w amputacjach gilotynowych jest możliwa, o tyle w omawianej w tej pracy grupie pacjentów jest problematyczna. Należy w tym miejscu wspomnieć o konsekwencjach przerwania ciągłości nerwu. Już w 1852 roku Waller opisał zmiany degeneracyjne w nerwie po jego przecięciu, które polegają

na zwyrodnieniu osłonki mielinowej i rozpadzie włókna osiowego, z zaoszczędzeniem osłonek Schwanna i naczyń krwionośnych [147]. W ciągu 21 dni makrofagi oczyszczają tuby, utworzone z komórek Schwanna, z resztek mielin i aksoplazmy. Proces ten pozwala na zwiększenie objętości komórek Schwanna, co pociąga za sobą zmniejszenie średnicy tworzonych przez nie tub. Drugim procesem wpływającym na średnicę światła osłonek jest odkładanie nowego kolagenu endoneuralnego wzdłuż tub. Komórki Schwanna, dzięki receptorom NGF, rozrastają się w formie podłużnie ułożonych kolumn połączonych błoną podstawną, tworząc tzw. pasma Büngnera. Makrofagi stymulują jednocześnie proliferację komórek Schwanna, co ma miejsce mniej więcej 3 dni po przecięciu nerwu i jest kontynuowane przez 2 tygodnie. Komórki Schwanna tworzą osłonki pustej w środku rurki, gotowej do przyjęcia regenerującego się nerwu, czyli wrastającego w obręb sznurów włókna osiowego. Makrofagi, poprzez interakcje IL-1 pobudzającą NGF i poprzez Insuline Like Growth Factor stymulują aksony do wzrostu, którego szybkość wynosi około 1–2 mm dziennie [30, 147]. Szybkość wzrostu zmniejsza się wraz z upływem czasu i odległością od miejsca urazu.

Moberg opisał kryteria funkcjonalnego powrotu unerwienia. Sunderland w 1968 roku podzielił czynniki wpływające na regenerację nerwu w zależności od miejsca ich działania na proksymalne od urazu, oddziałujące w miejscu anastomozy oraz mające wpływ na część dystalną. W części proksymalnej od miejsca urazu dochodzi do zmian wstecznych. Zostały one opisane przez Cajala i noszą nazwę tzw. zwyrodnienia Cajala [147]. Zwyrodnienie to opisuje rozpad wypustki oraz mielinę komórek Schwanna na długości kilku milimetrów. Proces ten trwa kilka dni. Następnie dochodzi do obfitego bujania komórek Schwanna w części proksymalnej, podobnie jak opisane zmiany w części dystalnej przerwanego nerwu. Komórki Schwanna są otaczane bujającymi komórkami łącznotkankowymi onerwia i śródnerwia. Od czwartej doby po przerwaniu ciągłości nerwu rozpoczyna się regeneracja wypustki osiowej [52, 147, 148].

Wynik reinerwacji jest również zależny od metody i staranności szycia, czyli od zastosowania właściwej techniki chirurgicznej. Wybór odpowiednich szwów i sposób ich założenia pozwala na minimalizację procesu bliznowacenia. Drugim czynnikiem istotnym w osiągnięciu pożądanego reinerwacji jest dobrze unaczynione podłoże, co spełnia palec replantowany, jeżeli naczynia tętnicze i żyłne mają zadowalające przepływy. Następną istotną wartością rokowniczą jest wielkość ubytku nerwu [50, 149]. Pod tym pojęciem mieści się nie tylko odległość końców, ale również, o ile nie głównie, stan jego struktury wewnętrznej. Problem ten jest szczególnie częsty w przedstawionej grupie pacjentów amputacji nie-gilotynowych.

Jednym z podstawowych elementów rokowniczych wyniku reinerwacji jest typ urazu, w wyniku którego doszło do przerwania nerwu [149, 50, 55]. Rana cięta urazowa lub jatrogenna, dzięki ograniczeniu obszaru uszkodzenia, daje duże szanse na regenerację nerwu, pod warunkiem prawidłowo przeprowadzonej rekonstrukcji. Rana szarpana jest o wiele większym problemem i łączy się z dużo mniejszą szansą na powodzenie. Istotnym typem urazu w ocenie rokowniczej jest uraz awulsyjny, w wyniku którego rozległość uszkodzenia struktur znacznie przekracza obszar uszkodzenia tkanek, zmniejszając szanse powodzenia nawet w wypadku wzorcowej techniki rekonstrukcyjnej [86]. Następnym czynnikiem ważnym w rokowaniu jest czas od urazu do szycia nerwu, zatem najbardziej wartościową jest rekonstrukcja pierwotna [149]. Można ją przeprowadzić, jeżeli istnieje możliwość odnalezienia obydwu końców nerwu, ryzyko zakażenia rany jest niewielkie, operuje wyszkolony w tej dziedzinie personel i stan ogólny pacjenta pozwala na przeprowadzenie zabiegu. Przeciwwskazaniem do pierwotnej rekonstrukcji jest ubytek skóry ponad

uszkodzonym nerwem, zakażenie rany, brak stabilizacji układu kostnego, niewydolność naczyniowa niegwarantująca sukcesu zabiegu i według niektórych autorów sztywność stawów [50]. Brak możliwości pierwotnej rekonstrukcji nerwu w trakcie replantacji nie powinien mieć wpływu na kwalifikację do replantacji palców. Rekonstrukcję wtórną można przeprowadzić po wygojeniu ran i ustąpieniu obrzęku, czyli w praktyce najwcześniej 3–6 miesięcy [48, 49, 55]. Opisany jest wpływ wieku pacjenta na postęp regeneracji [49].

Wspomniany typ i przyczyna urazu łączą się często z pojęciem rozległości uszkodzenia nerwu. Jest to następna cecha, która wpływa na wybór techniki rekonstrukcji, pomiędzy prostym szyciem, transpozycją nerwu czy przeszczepem wstawkami nerwu. Transpozycja w warunkach zabiegu pierwotnego replantacji palców dotyczy krzyżowego zeszyca gałęzi odłokciowej i odpromieniowej danego palca. Uszkodzenia towarzyszące mają wpływ na regenerację, gdyż mogą powodować utrudnione czy powikłane gojenie rany.

Mechanizm rozerwania nerwu może być powodem uszkodzenia aksonów na różnych wysokościach. Zakres tych uszkodzeń można podejrzewać, analizując wygląd i długość nerwu. W niektórych przypadkach sumaryczna długość nerwu po urazie może być większa niż przed, ale oczywiście przekrój poprzeczny zmniejsza się proporcjonalnie, a liczba pęczków i aksonów w miejscu zespolenia jest mniejsza [86]. W przypadku nerwów czuciowych palców skutkuje to jedynie znacznym pogorszeniem wyniku, ale nie dyskwalifikuje z pierwotnego szycia. Często jednak nerw jest zniszczony na różnej długości z powodu mikrourazów, zabrudzeń i wtórnego obrzęku *endoneurium*. Po wycięciu tych fragmentów do poziomu wartościowego morfologicznie nerwu, mamy w efekcie problem z ubytkiem. W przedstawionym materiale każdy palec w grupie badanej miał wykonaną rekonstrukcję przynajmniej jednego nerwu. Było kilka przyczyn skłaniających do takiej decyzji, jedną z nich było doświadczenie z replantacji dziecięcych. U dzieci starszy się wykonać jak najwięcej rekonstrukcji, czyli zeszyć wszystko, co tylko jest możliwe. Drugim powodem jest brak pewności czy pacjent, często transportowany z odległych okolic kraju, będzie mógł zgłosić się do wtórnego zabiegu rekonstrukcyjnego. Trzeci argument przemawiający za sensem pierwotnego zeszyca choćby jednego nerwu płynie z obserwacji zachowania się palców i ręki po wtórnych rekonstrukcjach [86, 130]. Ciekawym faktem jest to, że nawet gdy nie osiągamy jeszcze efektu w formie powrotu funkcji lub czucia, pacjent zgłasza pozytywne zmiany w odczuciach, a co najważniejsze, cofanie się dolegliwości bólowych. Wymaga to jednak osobnych analiz. Odtworzenie czucia palca po stronie wykorzystywanej bardziej w chwycie pęsetkowym znacznie poprawia komfort pacjenta. Dla palców II i III najważniejsza jest odpromieniowa gałąź nerwu pośrodkowego, dla kciuka gałązka odłokciowa tego nerwu. W palcu V lub IV przy pourazowym braku V najważniejsze jest czucie bólu lub temperatury na powierzchni odłokciowej, czyli tam, gdzie palec opiera się o podłoże, gdy ręka jest w spoczynku [86]. Skrócenie paliczka środkowego o 5 mm u pacjenta dorosłego pozwala na zachowanie jego największej długości w porównaniu z palcami sąsiednimi, a dodatkowo izolowany uraz palca III zdarza się wyjątkowo rzadko. Jeżeli amputowane są palce II i III lub III i IV lub wszystkie trzy i palce sąsiednie są również skracane, to kaskada długości nie zmienia się. Przy zawsze obecnym poszarpaniu brzegów rany w urazach nie-gilotynowych, skrócenie to oprócz wyrównania również poszarpanych brzegów kości zwiększa szansę na dotarcie do wysokości prezentującej dobry jakościowo nerw przynajmniej po jednej stronie. Przy amputacjach skośnych i szerokim rozerwaniu tkanek zwiększa to szansę na krzyżową rekonstrukcję nerwu. Mówimy tu przecież o amputacjach z poważnym zniszczeniem mogącym być podstawą do dyskwalifikacji z replantacji. Wspomniano w analizie grupy badanej, że przy braku możliwości pierwotnego zeszyca choćby jednego ner-

wu palcowego wykonywano wstawki nerwowe z palca nie-replantowanego, a nawet z pobranego nerwu nie szytego. Argumentem przemawiającym za sensem takiego działania, jest fakt, że przy zaniechaniu rekonstrukcji koniec do końca anatomicznej pierwotnej trzeba przy wtórnej rekonstrukcji pobrać nerw do przeszczepu. Przy wtórnych zabiegach i ubytku nerwu 1 cm i po wycięciu dodatkowo blizn lub nerwiaków na końcach nerwów, kablujemy często taki ubytek wstawką 3-centymetrowej długości. Przy większych urazach, obejmujących śródrezcze, wstawki te są znacznie dłuższe. Pierwotne wycięcie od 5 mm do 10 mm nerwu z drugiej nierekonstruowanej strony palca nie ma wpływu na i tak konieczną rekonstrukcję wtórną, pod względem długości wstawki [86]. Dodatkowo, częstą obserwacją jest brak lub znacznie mniejsze dolegliwości bólowe w zimie na mrozie, co w naszej strefie klimatycznej jest istotne. Jeszcze jednym argumentem za takim postępowaniem jest wątpliwa konieczność rekonstrukcji drugiego nerwu przy uzyskaniu czucia po jednej stronie. Argument, który mógłby zostać postawiony przeciwko, to jedynie kwestia wydłużenia czasu zabiegu. Jednak u sprawnego chirurga wykonanie takiej wstawki z sąsiedztwa czy innego palca to około 15 minut pracy, zatem wobec wielogodzinnych operacji fakt ten nie wydaje się być istotnym. Pierwotne zeszyście nerwu zwiększa również szansę na lepszy powrót jego funkcji [147–149].

O ile rekonstrukcja nerwów ma wpływ na jakość życia pacjenta po replantacji, o tyle istotniejszym dla przeżycia takiej kończyny jest rekonstrukcja naczyń. Wrogiem zespołów naczyniowych jest napięcie tkanek związane głównie z obrzękiem. To dotyczy każdej wysokości kończyny. Na przykład można wykonać zespolenie tętnicy ramiennej i uzyskać wypływ z dużych żył, ale nie zaobserwować powrotu temperatury przyszywanej kończyny. Nawet przy skróceniu kończyny o 2 czy 3 cm na wysokości przedramienia czy ramienia obrzęk mięśni może spowodować zbyt duże napięcie na tętnicy. Żeby zapobiec problemowi fałszywego przywrócenia krążenia, należy wykonać szeroką fasciotomię, obejmującą nawet całą długość kończyny [86]. Drugim ratującym zabiegiem jest wykonanie wstawek żylnych [132, 138]. Nawet jeżeli mówimy o tętnicy ramiennej, nie trzeba pobierać żyły odpiszczelowej z podudzia, która jest najczęściej wybieranym miejscem dawczym naczyń [86]. Można wybrać jedną z wielu wystarczająco szerokich żył ramienia czy dołu łokciowego, nawet gdy ma mniejszą średnicę, gdyż ona podlega dynamicznym zmianom kompensacyjnym. Jeżeli replantację ramienia czy przedramienia wykonuje jeden zespół, wówczas pobranie wstawki żyłnej z tego samego miejsca operacji pomaga uniknąć przedłużenia zabiegu.

Inwencja chirurga w celu ratowania ręki okaleczonej urazem amputacyjnym jest wyzwaniem do podjęcia decyzji, przeprowadzenia trudnej operacji, jak i dobrodziejstwem związanym z brakiem ograniczeń. Przedstawiona w tej pracy autorska modyfikacja technik stosowanych w replantacji pozwoliła na uzyskanie przeżycia 97,5% palców w najczęstszych urazach, jakimi są subtotalne amputacje piłą tarczową, wyrwania obręczką itp. W grupie amputacji całkowitych w przypadkach z wątpliwym wskazaniem do replantacji wynik 92% sukcesów w porze ciepłej można uznać za sukces w porównaniu z dostępną literaturą. W porze zimnej wynik 76% można zaliczyć również do dobrych.

Taki rezultat przeżycia w grupie amputacji całkowitych z komponentą wyrwania lub poszarpania tkanek, osiągnięty dzięki przedstawionemu schematowi procedur replantacyjnych i zastosowaniu własnych modyfikacji, może przynieść korzyść dużej grupie pacjentów narażonych na trwałe kalectwo [150].

Wyniki przedstawionej pracy, jak i własne doświadczenie płynące z wykonania ponad 200 replantacji i 300 rewaskularyzacji w trakcie 20-letniej pracy zawodowej, zaowocowały opracowaniem Krakowskich Procedur Replantacyjnych (Załącznik 1). Wykazanie braku wpływu czasu na wynik może świadczyć o dobrej skuteczności autorskiej organizacji systemu dyżurowego, opracowanych procedur wewnętrznych i systemu komunikacji Małopolskiego Centrum Opazreniowo-Plastycznego z pogotowiem ratunkowym i LPR.

6. WNIOSKI

I.

1. Własne modyfikacje metod chirurgicznych stosowanych w replantacji pozwalają na zwiększenie szans powodzenia operacji.
2. Przeżycie palców replantowanych tą metodą jest wyższe niż replantowanych tradycyjnie (76% do 45%). Dotyczy to chorych często dyskwalifikowanych od replantacji z powodu zniszczenia tkanek.
3. Powodzenie replantacji w amputacji subtotalnej jest wyższe niż w amputacji całkowitej (99% do 76%).

II.

1. Innym czynnikiem wpływającym na powodzenie replantacji palców (dotychczas nieopisywanym) jest pora roku.
2. Przeżycie replantowanych własną modyfikacją palców w okresie od kwietnia do września wyniosło 92% dla amputacji całkowitych i 99% dla subtotalnych i jest wyższe niż w okresie od października do marca (odpowiednio 25% i 97,5%). Natomiast nie miały wpływu na przeżycie takie czynniki jak:
 - płeć;
 - wiek pacjenta (17–71 lat);
 - liczba godzin od urazu do operacji (1–25 godzin);
 - rodzaj znieczulenia.

7. PIŚMIENNICTWO

4. Skowrońska M, Sadowska J, Kromka-Szydek M. Protezy biomechaniczne ręki – przegląd istniejących rozwiązań. *Aktualne Problemy Biomechaniki* 2010;4(1):163–166.
5. Komatsu S, Tamai S. Successful replantation of a completely cut-off thumb. *Plast Reconstr Surg* 1968;42(4):374–377.
6. Pederson WC. Replantation. *Plast Reconstr Surg* 2001;107(3):823–841.
7. Maricehich M, Carlsen B, Mardini S, Moran S. Upper extremity and digital replantation. *Hand (N Y)* 2011;6(4):356–363.
8. Replantation surgery in China. Report of the American Replantation Mission to China. *Plast Reconstr Surg* 1973;52(5):476–489.
9. Williams GR, Carter DR, Frank GR, Price WE. Replantation of amputated extremities. *Ann Surg* 1966;163(5):788–794.
10. Tanner NS, McGrouther DA, Webster MH. Survival after replantation. *Br Med J* 1982;285(20):1481–1483.
11. O'Brien BM. Replantation and reconstructive microvascular surgery. Part I. *Ann R Coll Surg Engl* 1976;58(2):87–103.
12. Malt RA, McKhann C. Replantation of several arms. *JAMA* 1964;189:716–722.
13. Mudry A. The history of the microscope for use in ear surgery. *Am J Otol* 2000;21(6):877–886.
14. Milford L. Microsurgery. In: Milford L. (ed.). *The Hand*. Mosby-Year Book, St. Louis, 1982, pp. 173–183.
15. Urbaniak JR. Replantation. In: Green DP (ed.). *Operative hand surgery*. New York, Churchill Livingstone, 1982, pp. 811.
16. Dzwierzynski WW. Replantation and revascularization. In: PC Neligan (ed.). *Plastic Surgery* vol. 6, 2013, Elsevier, pp. 227–249.
17. Michelson AD, Bovill E, Andrew M. Antithrombotic therapy in children. *Chest* 1995;108(suppl. 4):506S–522S.
18. Sears ED, Shin R, Prossr LA, Chung KC. Economic analysis of revision amputation and replantation treatment of finger amputation injuries. *Plast Reconstr Surg* 2014;133(4):827–840.
19. Paletta FX. Replantation of the amputated extremity. *Ann Surg* 1968;168(4):720–726.
20. Casal D, Gomez MM, Antunes P, Candeias H, Almeida MA. Defying standard criteria for digital replantation: a case series. *Int J Surg Case Rep* 2013;4(7):597–602.
21. Biemer E. Definitions and classifications in replantation surgery. *Br J Plast Surg* 1980;32(2):164–168.
22. Venkatramani H, Sabapathy SR. Fingertip replantation: technical considerations and outcome analysis of 24 consecutive fingertip replantations. *Indian J Plast Surg* 2011;44(2):237–245.
23. Yamano Y. Replantation of fingertips. *J Hand Surg Eur Vol* 1993;18(2):157–162.
24. Mahmoudi E, Swiatek PR, Chung KC, Ayanian JZ. Racial variation in treatment of traumatic finger/thumb amputation: a National Comparative Study of Replantation and Revision Amputation. *Plast Reconstr Surg* 2016;137(3):576e–585e.
25. Weiland AJ, Villarreal-Rios A, Kleinert HE, Kutz J, Atasoy E, Lister G. Replantation of digits and hands: analysis of surgical techniques and functional results in 71 patients with 86 replantations. *J Hand Surg Am* 1977;2(1):1–12.
26. Inoue T, Toyoshima Y, Fukusumi H et al. Factors necessary for successful replantation of upper extremities. *Ann Surg* 1967;165(2):225–238.
27. Sabapathy SR, Bhardwaj P. Secondary Procedures in replantation. *Semin Plast Surg* 2013;27(4):198–204.
28. Urbaniak JR. Thumb reconstruction by microsurgery. *Instr Course Lect* 1984;33:425–446.
29. Sebastin SJ, Chung KC. Challenges in measuring outcomes following digital replantation. *Semin Plast*

- Surg 2013;27(4):174–181.
30. Dabernig J, Hart AM, Schwabegger AH, Dabernig W, Harpf C. Evaluation outcome of replanted digits using the DASH score: review of 38 patients. *Int J Surg* 2006;4(1):30–36.
 31. Nissenbaum M. Class IIA ring avulsion injuries: an absolute indication for microvascular repair. *J Hand Surg Am* 1984;9(6):810–815.
 32. Ross DC, Manktelow RT, Wells MT, Boyd JT. Tendon function after replantation: Prognostic factors and strategies to enhance total active motion. *Ann Plast Surg* 2003;51(2):141–146.
 33. Rollin KD, Terzis JK. *Reconstructive microsurgery*. Little, Brown and Company, Boston, 1977, pp. 387–429.
 34. Dec P, Bartosik K, Chraçhol J, Puchalski P, Zyluk A. Replantation and reconstruction vs terminalization in the treatment of amputation of the digits. *Ann Acad Med Stetin* 2013;59(1):49–52.
 35. Wilgis S, Kaplan E. The blood and th nerve supply of the hand. In: Spinner M. *Kaplan's functional and surgical anatomy of the hand*. 3rd edn. J.B. Lippincott Co., Philadelphia, 1984, pp. 203–221.
 36. Stevanovic MV, Sharpe F. *Acute infections in the Hand*. In: *Green's Operative Hand Surgery vol 1*. 5th edn. Elsevier, Philadelphia, 2005, pp. 62.
 37. Boyer MI. Flexor tendon acute injury. In: *Green's Operative Hand Surgery vol 1*. 5th edn. Elsevier, Philadelphia, 2005, pp. 219–240.
 38. Baratz ME, Schmitd CC, Hughes TB. Extensor tendon injuries. In: *Green's Operative Hand Surgery vol 1*. 5th edn. Elsevier, Philadelphia, 2005, pp. 187–217.
 39. Tang JB. Flexor Tendon injury and reconstruction. In: PC Neligan (ed.). *Plastic Surgery*, 3rd edn. Hand, pp. 178–209.
 40. Verdán CE. Primary repair of flexor tendons. *J Bone Joint Surg Am* 1960;42–A:647–657.
 41. Urbaniak JR, Hayes MG, Bright DS. Management of bone in digital replantation: free vascularized and composite bone grafts. *Clin Orthop Relat Res* 1978;133:184–194.
 42. Mason ML. Primary and secondary tendon suture. A discussion of significance in tendon surgery. *Surg Gynecol Obstet* 1940;70:392–404.
 43. Docheva D, Müller SA, Majewski M, Evans CH. Biologics for tendon repair. *Adv Drug Deliv Rev* 2015;84:222–239.
 44. Goldner RD, Urbaniak JR. Replantation. In: *Green's Operative Hand Surgery, vol 2*. 5th edn. Elsevier, Philadelphia, 2005, pp. 1569–1586.
 45. Tamai S. Current status of orthopaedic microsurgery in Japan. Personal experience and review of the literature. *Clin Orthop Relat Res* 1984;(184):24–33.
 46. Elliot D, Giesen T. Avoidance of unfavourable results following primary flexor tendon surgery. *Indian J PlastSurg* 2013;46(2):312–324.
 47. Duran RH, Houser RG. Controlled passive motion following flexor tendon repairs in zones II and III. In: Hunter JM, Schneider LH (ed.). *American Academy of Orthopaedic Surgeons Symposium on Flexor Tendon Surgery in the Hand*. St. Louis: C.V., Mosby, 1975, pp. 105–114.
 48. Corry RJ, Russel PS. Replantation of severed fingers. *Ann Surg* 1974;179(3):255–259.
 49. Pederson WC. Principles of microvascular surgery. In: *Green's Operative Hand Surgery vol 2*. 5th edn. Elsevier, Philadelphia, 2005, pp. 1529–1568.
 50. Winograd JM, Mackinnon SE. Peripheral nerve injuries: repair and reconstruction. In: Mathes SJ. *Plastic Surgery*. Saunders, Philadelphia, 2006, pp. 471–514.
 51. Holle J. *Chirurgia plastyczna*. PZWL, Warszawa, 1996, pp. 21–24, 43–45.
 52. Smith JW. Microsurgical repair of nerves. In: Converse JM (ed.). *Reconstructive Plastic Surgery*, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1966, pp. 2246–2253.
 53. Daniel RK, Terzis JK. Principles, practices, and techniques of periferal nerve surgery. In: Daniel RK, Terzis JK. *Reconstructive microsurgery*. Little, Brown and Company, Boston, 1977, pp. 387–429.
 54. Chang J, Jones N. Twelve simple maneuvers to optimize digital replantation and revascularization. *Tech*

- Hand Up Extrem Surg 2004;8(3):161–166.
55. Birch R. The vascularized nerve graft. In: Urbaniak JR (ed.). *Microsurgery for major limb reconstruction*. Mosby Comp., St. Louis, 1987, pp. 366–371.
 56. O'Brien B, McLeod AM, Morrison WA. Digital replantation. In: Gosset J. (ed.). *Mutilating injuries of the hand*. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1979, pp. 22–30.
 57. Tupper JW. Is the technique of fascicular repair worthwhile? In: Urbaniak JR (ed.). *Microsurgery for major limb reconstruction*. Mosby Comp., St. Louis, 1987, pp. 365.
 58. Omer G E, O'Brien WJ, Murray HM et al. Has microsurgical technique improved the results of epineural repair of peripheral nerves? In Urbaniak JR(ed.). *Microsurgery for major limb reconstruction*. Mosby-Year Book, St. Louis, 1987, pp. 372–386.
 59. Smith JR, Graham III WP. Nerves. In: Kilgore ES, Graham III WP (ed.). *The hand. Surgical and non-surgical management*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1977, pp. 211–247.
 60. Silfverskiöld KL, May EJ, Tornvall AH. Tendon excursions after flexor tendon repair in zone. II: Results with a new controlled-motion program. *J Hand Surg Am* 1993;18(3):403–410.
 61. Castagnetti C, Adani R, Squarzina PB, Caroli A. Transfer of vessels in the management of ring avulsion injury. Case report. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1992;26(3):331–333.
 62. Brooks D, Buntic RF, Taylor C. Use of the venous flap for salvage of difficult ring avulsion injuries. *Microsurgery* 2008;28(6):397–402.
 63. Yan H, Brooks D, Ladner R, Jackson WD, Gao W, Angel MF. Arterialized venous flaps: a review of the literature. *Microsurgery* 2010;30(6):472–478.
 64. Cavadas PC, Landin L, Thione A. Secondary ectopic transfer for replantation salvage after severe wound infection. *Microsurgery* 2011;31(4):288–292.
 65. Waikakul S, Sakkarnkosol S, Vanadurongwan V, Un-nanuntana A. Results of 1018 digital replantations in 552 patients. *Injury* 2000;31(1):33–40.
 66. Chim H, Maricevich MA, Carlsen BT et al. Challenges in replantation of complex amputations. *Semin Plast Surg* 2013;27(4):182–189.
 67. Morrison WA, O'Brien BM, MacLeod AM. Evaluation of digital replantation – a review of 100 cases. *Orthop Clin North Am* 1977;8(2):295–308.
 68. Corroy RJ, Russel PS. Replantation of severed fingers. *Ann Surg* 1974;179(3):255–259.
 69. Borsuk D, Zadeh T, Lee C, Moore K, Tan G. Replantation surgery in Quebec. The bottlenecks to rapid care. *Can J Plast Surg* 2006;14(3):155–157.
 70. Lindfors N, Raatikainen T. Incidence, epidemiology, and operative outcome of replantation or revascularisation of injury to the upper extremity. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2010;44(1):44–49.
 71. Dos Remédios C, Leps P, Schoofs M. Results of 46 digital replantations with a minimal follow-up of one year. *Chir Main* 2005;24(5):236–242.
 72. Cavadas PC. Multilevel replantation of the palm and digits. *Plast Reconstr Surg* 2008;122(2):95e–96e.
 73. Cavadas PC. Salvage of replanted upper extremities with major soft-tissue complications. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2007;60(7):769–775.
 74. Cavadas PC. Microvascular free on-top plasty in multidigital amputations. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2007;60(7):720–723.
 75. Tsai T. A complex reimplantation of digits: a case report. *J Hand Surg Am* 1979;4(2):145–149.
 76. Wei FC, Chuang CC, Chen HC, Tsai YC, Noordhoff MS. Ten-digit replantation. *Plast Reconstr Surg* 1984;74(6):826–832.
 77. Lu YU, Ge J, Huang YT, et al. Successful replantation in ten-digit complete amputations. *J Reconstr Microsurg* 1988;4(2):123–129.
 78. Waikakul S, Sakkarnkosol S, Vanadurongwan V. Results of 1018 digital replantations in 552 patients. In-

- jury 2000;31(1):33–40.
79. Rosberg HE: Disability and health after replantation or revascularisation in the upper extremity in a population in southern Sweden – a retrospective long time follow up. *BMC Musculoskeletal Disord* 2014;15–73.
 80. Johnson SP, Sebastin SJ, Rehim SA, Chung KC. The Importance of Hand Appearance as a Patient-Reported Outcome in Hand Surgery. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2015;3(11):e552.
 81. Mulders MA, Neuhaus V, Becker SJ, Lee SG, Ring DC. Replantation and revascularization vs. amputation in injured digits. *Hand (N Y)* 2013;8(3):267–273.
 82. Paulos RG, Simão DT, Júnior RM, Rezende MR, Wei TS, Torres LR. Limb replantation after avulsion injuries: techniques and tactics for success. *Acta Ortop Bras* 2012;20(2):104–109.
 83. Nienstein RM, Dvali LT, Le S, Anastakis DJ. Complete digital amputations undergoing replantation surgery: a 10-year retrospective study. *Hand (N Y)* 2012;7(3):263–266.
 84. Neto JQ, Carli A, Nakamoto HA, Bersani G, Crepaldi BE, Rezende MR. Prognostic factors on survival rate of finger replantations. *Acta Ortop Bras* 2015;23(1):16–18.
 85. Walaszek I, Żyłuk A. Replantacje w obrębie kończyny górnej – przegląd piśmiennictwa. *Pol Przegl Chir* 2001;73:1049–1056.
 86. Tang JB. Indications, methods, postoperative motion and outcome evaluation of primary extensor tendon repairs in zone 2. *J Hand Surg Eur Vol* 2007;32(2):118–129.
 87. Casal D, Gomez MM, Antunes P, Candeiaz H, Almeida MA. Defying standard criteria for digital replantation: A case series. *Int J Surg Case Rep* 2013;4(7): 597–602.
 88. Elliot D, Giesen T. Treatment of unfavourable results of flexor tendon surgery: ruptured repairs, tethered repairs and pulley incompetence. *Indian J Plast Surg* 2013;46(3):458–471.
 89. Chrapusta A. Blaski i cienie w dwudziestoletnich doświadczeniach w replantacjach. *Chirurgia Plastyczna i Oparzenia* 2017;5(3) – praca przyjęta do druku.
 90. Geary MB, English C, Yaseen Z, Stanbury S, Awad H, Elfar JC. Flexor digitorum superficialis repair outside the A2 pulley after zone II laceration: gliding and bowstringing. *J Hand Surg Am* 2015;40(4):653–659.
 91. Griffin M, Hindocha S, Jordan D, Saleh M, Khan W. An overview of the management of flexor tendon injuries. *Open Orthop J* 2012;6(Suppl. 1):S28–S35.
 92. Amadio PC. Gliding resistance and modifications of gliding surface of tendon. *Hand Clin* 2013;29(2):159–166.
 93. Tang JB, Shi D, Zhang QG. Biomechanical and histological evaluation of tendon sheath management. *J Hand Surg Am* 1996;21(5):900–908.
 94. Strickland JW. Flexor tendon injuries. Part 2. Flexor tendon repair. *Orthop Rev* 1986;15(11):701–721.
 95. Baktir A, Türk CY, Kabak S, Sahin V, Kardaş Y. Flexor tendon repair in zone 2 followed by early active mobilization. *J Hand Surg Br* 1996;21(5):624–628.
 96. Hoffmann GL, Büchler U, Vögelin E. Clinical results of flexor tendon repair in zone II using a six-strand double-loop technique compared with a two-strand technique. *J Hand Surg Eur Vol* 2008;33(4):418–423.
 97. May EJ, Silfverskiöld KL. Rate of recovery after flexor tendon repair in zone II. A prospective longitudinal study of 145 digits. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1993;27(2):89–94.
 98. May EJ, Silfverskiöld KL, Sollerman CJ. Controlled mobilization after flexor tendon repair in zone II: a prospective comparison of three methods. *J Hand Surg Am* 1992;17(5):942–952.
 99. Strickland JW, Glogovac SV. Digital function following flexor tendon repair in Zone II: A comparison of immobilization and controlled passive motion techniques. *J Hand Surg Am* 1980;5(6):537–543.
 100. Silfverskiöld KL, May EJ. Flexor tendon repair in zone II with a new suture technique and an early mobilization program combining passive and active flexion. *J Hand Surg Am* 1994;19(1):53–60.
 101. Silfverskiöld KL, May EJ, Oden A. Factors affecting results after flexor tendon repair in zone II: a multivariate prospective analysis. *J Hand Surg Am.* 1993;18(4):654–662.
 102. Silfverskiöld KL, May EJ, Tornvall AH. Flexor digitorum profundus tendon excursions during controlled mo-

- tion after flexor tendon repair in zone II: a prospective clinical study. *J Hand Surg Am* 1992;17(1):122–131.
103. Frykman GK, Wood VE. Saving amputated digits - current status of replantation of fingers and hand. *West J Med* 1974;121(4):265–269.
 104. Thomas AG: Unfavorable results in replantation. *Indian J Plast Surg* 2013;46(2); 256–264.
 105. Koshima I, Yamamoto T, Narushima M, Mihara M, Lida T. Perforator flaps and supermicrosurgery *Clin Plast Surg* 2010; 37(4):683–689.
 106. Ito H, Sasaki K, Morioka K, Nozaki M. Fingertip amputation salvage on arterial anastomosis alone: an investigation of its limitations. *Ann Plast Surg* 2010;65(3):302–305.
 107. Buntic RF, Brooks D. Standardized protocol for artery-only fingertip replantation. *J Hand Surg Am* 2010;35(9):1491–1496.
 108. Faivre S, Lim A, Dautelle G, Duteille F, Merle M. Adjacent and spontaneous neurotization after distal digital replantation in children. *Plast Reconstr Surg* 2003;111(1):159–165.
 109. Ozcelik IB, Tuncer S, Purisa H, Sezer I, Mersa B, Kabakas F, Celikdelen P. Sensory outcome of fingertip replantations without nerve repair. *Microsurgery*. 2008;28(7):524–530.
 110. Wong C, Ho PC, Tse WL, Cheng S, Chan DK, Hung LK. Do we need to repair the nerves when replanting distal finger amputations? *J Reconstr Microsurg* 2010;26(5):347–354.
 111. Hattori Y, Doi K, Ikeda K, Estrella EP. A retrospective study of functional outcomes after successful replantation versus amputation closure for single fingertip amputations. *J Hand Surg* 2006;31(5):811–818.
 112. Sears ED, Chung KC. Replantation of finger avulsion injuries: a systematic review of survival and functional outcomes. *J Hand Surg Am* 2011;36(4):686–694.
 113. Lima Neto JQ, De Carli A, Nakamoto HA, Bersani G, Crepaldi BE, Rezende MR. Prognostic factors on survival rate of fingers replantation. *Acta Ortop Bras* 2015;23(1):16–18.
 114. Kim WK, Lee JM, Lim JH. Eight cases of nine-digit and ten-digit replantations. *Plast Reconstr Surg* 1996;98(3):477–484.
 115. Chiu HY, Lu SY, Lin TW, Chen MT. Transpositional digital replantation. *J Trauma Acute Care Surg* 1985;25(5):440–443.
 116. Buncke HJ, Alpert BS, Johnson-Giebink R. Digital replantation. *Surg Clin North Am* 1981;61(2):383–394.
 117. Kleinert HE, Jablon M, Tsai TM. An overview of replantation and results of 347 replants in 245 patients. *J Trauma* 1980;20(5):390–398.
 118. Tamai S. Digit replantation. Analysis of 163 replantations in an 11 year period. *Clin Plast Surg* 1978;5(2):195–209.
 119. Wang X, Zhang P, Zhou Y: Replantation of a circumferentially degloved ring finger by venous arterialization. *Indian J Orthop* 2013;47(4):422–424.
 120. Sebastin SJ, Chung KC: A systematic review of the outcomes of replantation of distal digital amputation. *Plast Reconstr Surg* 2011;128(3):723–737.
 121. Elliot D, Sood MK, Flemming AF, Swain B. A comparison of replantation and terminalization after distal finger amputation. *J Hand Surg Eur Vol* 1997;22(4):523–529.
 122. May JW Jr, Hergrueter CA, Hansen RH. Seven-digit replantation: digit survival after 39 hours of cold ischemia. *Plast Reconstr Surg* 1986;78(4):522–525.
 123. Shauver MJ, Nishizuka T, Hirata H, Chung KC. Traumatic finger amputation treatment preference among hand surgeons in the US and Japan. *Plast Reconstr Surg* 2016;137(4):1193–1202.
 124. Chung KC, Kowalski CP, Walters MR. Finger replantation in the United States: rates and resource use from the 1996 Healthcare Cost and Utilization Project. *J Hand Surg Am* 2000;25(6):1038–1042.
 125. Squitieri L, Reichert H, Kim HM, Steggerda J, Chung KC. Patterns of surgical care and health disparities of treating pediatric finger amputation injuries in the United States. *J Am Coll Surg* 2011;213(4):475–485.

126. Giladi AM, Aliu O, Chung KC. The Effect of medicaid expansion on delivery of finger and thumb replantation care to medicaid beneficiaries and the uninsured. *Plast Reconstr Surg* 2015;136(5):640e–647e.
127. Friedrich JB, Poppler LH, Mack CD, Rivara FP, Levin LS, Klein MB. Epidemiology of upper extremity replantation surgery in the United States. *J Hand Surg Am* 2011;36(11):1835–1840.
128. Weissman JS, Stern R, Fielding SL, Epstein AM. Delayed access to health care: risk factors, reasons, and consequences. *Ann Intern Med* 1991;114(4):325–331.
129. Maroukis BL, Chung KC, MacEachern M, Mahmoudi E. Hand Trauma Care in the United States: A Literature Review. *Plast Reconstr Surg*. 2016;137(1): 100e–111e.
130. VanderWilde RS, Wood MB, Zu ZG. Hand replantation after 54 hours of cold ischemia: a case report. *J Hand Surg Am* 1992;17(2):217–220.
131. Wei FC, Chang YL, Chen HC, Chuang CC. Three successful digital replantations in a patient after 84, 86, and 94 hours of cold ischemia time. *Plast Reconstr Surg* 1988;82(2):346–350.
132. Betancourt FM, Mah ET, McCabe SJ. Timing of critical thrombosis after replantation surgery of the digits. *J Reconstr Microsurg* 1998;14(5):313–316.
133. Holmberg J, Lindgren B, Jutemark R. Replantation, revascularization and primary amputation in major hand injuries. *J Hand Surg Br* 1996;21(5):576–580.
134. Iglesias M, Butrón P. Local subcutaneous heparin as treatment for venous insufficiency in replanted digits. *Plast Reconstr Surg* 1999;103(6):1719–1724.
135. Akyürek M, Safak T, Keçik A. Ring avulsion replantation by extended debridement of the avulsed digital artery and interposition with long venous grafts. *Ann Plast Surg* 2002;48(6):574–581.
136. Urbaniak JR, Evans JP, Bright DS. Microvascular management of ring avulsion injuries. *J Hand Surg Am* 1981;6(1):25–30.
137. Merle M, Dautel G. Advances in digital replantation. *Clin Plast Surg* 1997;24(1):87–105.
138. Urbaniak JR, Roth JH, Nunley JA, Goldner RD, Koman LA. The results of replantation after amputation of a single finger. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67(4):611–619.
139. Adani R, Marcoccio I, Castagnetti C, Tarallo L. Long-term results of replantation for complete ring avulsion amputations. *Ann Plast Surg* 2003;51(6):564–568.
140. Beris AE, Soucacos PN, Malizos KN, Xenakis TA. Microsurgical treatment of ring avulsion injuries. *Microsurgery* 1994;15(7):459–463.
141. Hyza P, Vesely J, Drazan L, Stupka I, Ranno R, Castagnetti F. Primary vein grafting in treatment of ring avulsion injuries: a 5-year prospective study. *Ann Plast Surg* 2007;59(2):163–167.
142. Adani R, Marcoccio I, Castagnetti C, Tarallo L. Long-term results of replantation for complete ring avulsion amputations. *Ann Plast Surg* 2003;51(6):564–568.
143. McDonald AH, Cleland HJ, Leung M, Slattery PG. Ring avulsion injuries. *Aust N Z J Surg* 1999;69(7):514–516.
144. Brooks D, Buntic RF, Kind GM, Schott K, Buncke GM, Buncke HJ. Ring avulsion: injury pattern, treatment, and outcome. *Clin Plast Surg* 2007;34(2):187–195.
145. Ozkan O, Ozgentaş HE, Safak T, Dogan O. Unique superiority of microsurgical repair technique with its functional and aesthetic outcomes in ring avulsion injuries. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2006;59(5):451–459.
146. Brooks D, Buntic RF, Taylor C. Use of the venous flap for salvage of difficult ring avulsion injuries. *Microsurgery* 2008;28(6):397–402.
147. Adani R, Castagnetti C, Busa R, Caroli A. Transfer of vessels in the management of thumb and ring avulsion injuries. *Ann Acad Med Singapore* 1995;24(4 suppl.):S51–S57.
148. Hoang NT, Staundenmaier R, Hoehnke C. Thumb reconstruction using amputated fingers. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466(8):1996–2001.
149. Chrapusta A: Złożona subtotalna amputacja kciuka z utratą szkieletu kostnego – prezentacja przypadku. *Chirurgia Plastyczna i Oparzenia* 2015;3(1):13–18.

150. Brushart TM. Nerve repair and grafting. In: Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC (ed.). *Green's operative hand surgery*. Churchill Livingstone, New York, 1999, pp. 1381–1403.
151. Maser BM, Veder N. Nerve repair and nerve grafting. In: Achauer BM, Eriksson E, Guyron B, Coleman III JJ, Russel RC, Vander CA. *Plastic Surgery*. Mosby, St. Louis. 2000, pp. 2103-2113.
152. Millesi H. Fascicular nerve repair and interfascicular nerve grafting. In: Daniel RK, Terzis JK. *Reconstructive microsurgery*. LittleBrown and Company, Boston, 1977, p. 430–442.
153. Otto IA, Kon M, Schuurman AH, van Minnen LP. Replantation versus prosthetic fitting in traumatic arm amputations: A Systematic Review. *PLoS One* 2015;10(9): e0137729.

ZAŁĄCZNIK 1.

KRAKOWSKIE PROCEDURY REPLANTACYJNE

A. Postępowanie na miejscu wypadku

Postępowanie na miejscu wypadku składa się z podstawowych czynności ratunkowych, takich jak:

1. Ocena stanu ogólnego pacjenta.
2. Wykluczenie lub potwierdzenie urazów towarzyszących.
3. Wdrożenie leczenia przeciwbólowego.
4. Wdrożenie leczenia przeciwwstrząsowego w razie konieczności.

U pacjentów po urazach kończyny górnej w miarę możliwości nie zakładamy wejść dożylnych do kończyn górnych, a w szczególności do kończyny uszkodzonej. Preferowanym dostępem naczyniowym są naczynia żyłne kończyn dolnych. Powodem tego postępowania jest zminimalizowanie ryzyka powikłań w wypadku, gdy jedna kończyna *a priori* jest okaleczona, a druga kończyna górna całkowicie lub na dłuższy okres czasu musi przejąć wszystkie funkcje manualne. Wysoka amputacja na wysokości barku w mechanizmie awulsji jest związana z wysokim prawdopodobieństwem dyskwalifikacji z zabiegu w związku z ryzykiem uszkodzenia (wyrwania) nerwów wysoko w splocie. Druga kończyna musi być chroniona przed powikłaniami jatrogennymi.

Pierwszym miejscem transportu pacjenta z miejsca wypadku powinien być najbliższy Szpitalny Oddział Ratunkowy (SOR). Z ośrodkiem replantacyjnym powinien kontaktować się lekarz specjalista odpowiedniej dziedziny dyżurujący w SOR. Powinien udzielić lekarzowi kwalifikującemu do przyjęcia do replantacji niezbędnych informacji dotyczących typu amputacji, wysokości, mechanizmu, czasu, wieku pacjenta, obciążeń, wywiadu nikotynowego oraz wykonać precyzyjną dokumentację fotograficzną i przesłać ją w celu kwalifikacji do przyjęcia. Często opisy ran udzielane ustnie nie mają potwierdzenia w rzeczywistym stanie klinicznym, dlatego przesyłana mailowo lub telefonicznie dokumentacja fotograficzna jest w obecnych czasach kluczową metodą komunikacji, dotychczas akceptowaną prawnie. Musimy pamiętać, że transport często związany jest z nakładem kosztów wynikającym z dużej odległości, uciążliwej również dla pacjenta i jego rodziny. Bezasadne wysłanie pacjenta z miejsca wypadku na drugi koniec kraju może powodować słuszne niezadowolenie pacjenta. Trzeba jednocześnie poinformować pacjenta przed kontaktem z ośrodkiem replantacyjnym o planach i potwierdzić chęć pacjenta na poddanie się takiemu zabiegowi, co nie zawsze jest oczywiste, szczególnie w urazach dystalnych części palców, a może rodzić niepotrzebne nieporozumienia. Zgoda ośrodka replantacyjnego na przyjęcie nie jest jednoznaczna z decyzją o replantacji, gdyż po badaniu klinicznym przeprowadzonym na miejscu może być podjęta decyzja o zaopatrzeniu ran i kikuta.

Przed przekazaniem pacjenta do ośrodka replantacyjnego powinno się wykonać komplet takich badań jak: grupa krwi, morfologia, układ krzepnięcia, elektrolity oraz komplet urazowy zdjęć

RTG, kończyn, klatki piersiowej, USG jamy brzusznej, w celu wykluczenia obrażeń towarzyszących. Pozwoli to na szybsze rozpoczęcie replantacji.

B. Sposób zaopatrzenia kikuta kończyny górnej

Na czas transportu z miejsca wypadku należy wykonać jałowy opatrunek uciskowy zabezpieczający pacjenta przed utratą krwi. Należy zatamować krwotok opatrunkiem uciskowym, a w razie konieczności założyć na ramię mankiet uciskowy. Nie wolno zakładać żadnych szwów hemostaticznych, zbliżać czasowo szwami tkanek na czas transportu ani usuwać fragmentów tkanek lub nawet wąskich skórnych połączeń części amputowanej. Jeżeli na uszkodzonej kończynie założona jest staza przy pomocy mankieta do mierzenia ciśnienia, należy zarówno przed, jak i w trakcie transportu kontrolować ciśnienie i czas trwania niedokrwienia, które nie powinno w sposób ciągły przekroczyć 1,5 godziny. W przypadku zastosowania niedokrwienia należy odnotować początek jego założenia w celu monitorowania czasu, co jest istotne zarówno dla zespołu replantacyjnego, jak i w czasie transportu. Przy dłuższym transporcie, przekraczającym 1,5 godziny, należy puszczać krążenie i po około 10 minutach i ponownie zaciskać. Należy pamiętać, że preferowanym sposobem zapewnienia hemostazy jest miejscowy opatrunek uciskowy.

W niepełnych amputacjach należy zabezpieczyć kończynę w unieruchomieniu, stosując np. szynę Kramera. Stabilizacja odłamów złamania przy niecałkowitej amputacji kończyny ma na celu zmniejszenie ryzyka dodatkowych uszkodzeń tkanek miękkich odłamami kostnymi oraz zmniejsza dolegliwości bólowe. W takim przypadku kończynę w opatrunku powinno się obłożyć szczelnie workami z zimną wodą z dodatkiem kostek lodu, taki sposób, by płyn chłodzący miał temperaturę około 4°C.

Prawidłowy i optymalny opatrunek transportowy powinien:

1. Zabezpieczać optymalną temperaturę.
2. Zabezpieczyć hemostazę w sposób atraumatyczny.
3. Zapewnić izolację amputowanej części kończyny od lodu.

C. Przygotowanie amputowanej części kończyny do transportu

W wypadku dużych zabrudzeń części amputowanej można przepłukać ją przed przygotowaniem do transportu dużą ilością soli fizjologicznej. Amputowany fragment kończyny musi być umieszczony w worku z solą fizjologiczną, a następnie wraz z tym workiem włożony do pojemnika z płynem chłodzącym, by zabezpieczyć tkanki przed kontaktem z lodem. Nie wolno stosować samego lodu. Odmrożenie, szczególnie palców, w czasie transportu w wyniku kontaktu części amputowanej z lodem może powodować martwicę z odmrożenia, przebiegającą wzdłuż palca, w przeciwieństwie do martwicy z niedokrwienia, która przebiega poprzecznie. Podczas transportu należy kontrolować hipotermię amputowanej kończyny, poprzez kontrolę temperatury cieczy chłodzącej. Należy posiadać zapas kostek lodu i w miarę wytapiania uzupełniać je.

D. Kwalifikacja do replantacji

Wskazania do replantacji biorą pod uwagę poziom amputacji oraz mechanizm urazu. Każde z tych czynników można podzielić na bezwzględne i względne.

Wskazania bezwzględne uwzględniające poziom amputacji:

1. Amputacja kciuka.
2. Mnoga amputacja palców (więcej niż dwa).
3. Amputacja śródreżca i przedramienia.
4. Amputacja ramienia – przy zapewnieniu szybkiego transportu, który niekoniecznie musi być transportem do ośrodka replantacyjnego mikrochirurgicznego. Takie urazy u pacjentów dorosłych mogą być również zaopatrywane w regionalnych ośrodkach ratunkowych bez konieczności stosowania technik mikrochirurgicznych, natomiast u dzieci powinny być zaopatrywane w ramach dyżurów replantacyjnych, o ile ośrodek replantacyjny dysponuje Oddziałem Intensywnej Terapii Dziecięcej.
5. Amputacje innych okolic ciała, jak stopa lub dalsza część podudzia, ręce, skalp.

Wskazania uwzględniające mechanizm urazu:

1. Amputacje gilotynowe jednopoziomowe.

Wskazania względne uwzględniające poziom amputacji to pozostałe amputacje, szczególnie u dzieci, u których staramy się wykonać w miarę możliwości rekonstrukcję wszystkich uszkodzonych struktur. Wskazania do przyjęcia do zabiegu mikrochirurgicznego u dzieci obejmują również przypadki amputacji na wysokości MIP palców II–V lub poprzez śródreżce z brakiem możliwości replantacji, ale ze wskazaniem do pokrycia ubytku „na ostro” arterializowanym płatem promieniowym „chińskim” na napływie wstecznym w celu uniknięcia konieczności skracania kości śródreżca pozostałych po urazie, co dotyczy głównie ran z elementem skalpacji.

Przeciwwskazania względne do replantacji pod względem mechanizmu i typu rany:

1. Amputacja poprzez wyrwanie.
2. Amputacja z wielopoziomowym uszkodzeniem skóry i tkanki podskórnej.

E. Czas a wybór środka transportu

Czas, który upływa od urazu do przywrócenia napływu tętniczego, jest szczególnie ważnym elementem w rokowaniu w amputacjach przebiegających przez duże grupy mięśniowe. Im wyższa amputacja, tym mniej mamy czasu. Wprawdzie w całkowitych amputacjach zapewnienie transportu amputowanej części kończyny w temperaturze 4°C gwarantuje optymalne środowisko wydłużające bezpieczny czas transportu, ale pomimo to czas od amputacji do rewaskularyzacji w przypadku amputacji ramienia nie powinien przekroczyć 8 godzin. Im dłuższy czas niedokrwienia, tym większe ryzyko wystąpienia zespołu poreperfuzyjnego, zwanego również zespołem rewaskularyzacji. Jest on związany z uwolnieniem potasu, nadtlenu wodoru i wolnych rodników tlenowych z rozpadających się tkanek, co może spowodować migotanie serca lub ostrą niewydolność nerek.

Pojemnik transportowy powinien zawierać sól fizjologiczną z lodem w proporcji 4:1, by uzyskać pożądaną temperaturę około 4°C. Czas transportu w amputacjach wysokich powinien nie przekraczać 6 godzin, w przeciwieństwie do amputacji palców, które można przyszyć z sukcesem nawet po 24 godzinach zimnego niedokrwienia.

Niedokrwienie ciepłe, które ma miejsce w amputacjach niecałkowitych, skraca pożądaný czas transportu i rozpoczęcia operacji, co jest szczególnie ważne w urazach przebiegających przez przedramię oraz ramię. W przypadku dłuższego ciepłego niedokrwienia amputowanego ramienia, niebezpieczeństwo związane z efektem zespołu reperfuzyjnego po przywróceniu krążenia w kończynie może być przyczyną rezygnacji z replantacji w celu uniknięcia zagrożenia życia pacjenta. Podobnie brak możliwości zapewnienia odpowiedniego czasu transportu w wysokich amputacjach może być przyczyną dyskwalifikacji pacjenta z przyjęcia do ośrodka replantacyjnego.

Wybór środka transportu ma szczególną rolę. Odległość od miejsca urazu do ośrodka replantacyjnego jest podstawową informacją wpływającą na decyzję wyboru transportu lądowego lub lotniczego. Na możliwość transportu śmigłowcem lub samolotem Lotniczego Pogotowia Ratunkowego mają również wpływ warunki atmosferyczne.

Transport do ośrodka replantacyjnego musi odbywać się pod opieką lekarza, który monitorując stan ogólny pacjenta, szczególnie po amputacjach ramienia i przedramienia lub z podejrzeniem dodatkowych urazów, może podjąć decyzję o zmianie ośrodka docelowego pomimo wcześniejszego planu przeprowadzenia replantacji. W czasie transportu powinien być prowadzony monitoring temperatury w pojemniku chłodzącym.

Wraz z pacjentem zespół ratunkowy powinien dostarczyć kartę informacyjną, RTG – jeżeli transport odbywa się ze szpitalnego oddziału ratunkowego, dokumentację informującą o podanych lekach i płynach z zaznaczeniem dawek i czasu podania, a w razie możliwości oznaczoną grupę krwi. Badania pacjenta, w tym grupę krwi, można do ośrodka replantacyjnego również przesłać faksem lub mailem, aby nie opóźniać rozpoczęcia zabiegu.

Kolejnym ważnym elementem jest współpraca pomiędzy zespołem pogotowia ratunkowego a zespołem mikrochirurgicznym ośrodka docelowego.

Optymalny transport powinien być:

1. Szybki.
2. Bezpieczny.
3. Skoordynowany na drodze komunikacji telefonicznej z zespołem replantacyjnym.

F. Organizacja pracy bloku operacyjnego

Zespół chirurgiczny powinien składać się przynajmniej z dwóch chirurgów, z których przynajmniej jeden powinien mieć doświadczenie mikrochirurgiczne (wykonanych przynajmniej 10 replantacji). Przynajmniej jeden chirurg pełni dyżur stacjonarny, drugi, zwykle starszy doświadczeniem, pełni dyżur pod telefonem. Kwalifikację do replantacji lub dyskwalifikację wykonuje zawsze specjalista. Po zakwalifikowaniu pacjenta do przyjęcia do szpitala (ocena przesłanych przez zespół ratunkowy zdjęć fotograficznych jest ogólnie przyjętą i prawnie akceptowaną for-

mą) powiadamiana jest pozostała część zespołu. Instrumentariuszka pełniąca dyżur stacjonarny wzywa drugą instrumentariuszkę, będącą „pod telefonem”. Chirurg wzywa również anesteziologa i pielęgniarkę anesteziologiczną pełniących dyżur stacjonarny lub „pod telefonem”. Dyżury ogólnopolskie replantacyjne mają pełne zabezpieczenie dodatkowego zespołu anesteziologicznego. Czas od wezwania do przybycia i uruchomienia sali operacyjnej to maksymalnie jedna godzina. Jeżeli zgłoszenie amputacji ma miejsce w ciągu dnia pracy i dotyczy ramienia, przedramienia, nadgarstka lub całkowitej amputacji śródreżcza, wówczas wstrzymywane są wszystkie planowe zabiegi operacyjne rozpisane na sali replantacyjnej, a pacjent wjeżdża – po dopełnieniu formalności lekarsko-pielęgniarskich – prosto na salę operacyjną. Jeżeli amputowane są palce lub śródreżcze niecałkowicie, wówczas zabieg rozpoczyna się po przygotowaniu pacjenta i zwolnieniu sali operacyjnej.

G. Główne zasady replantacji

W amputacjach całkowitych zabieg rozpoczyna się od identyfikacji struktur w części amputowanej. W tym czasie zespół anesteziologiczny zakłada blok pachowy. Sposób przygotowania pacjenta do zabiegu zależy od wieku i przewidywanego czasu operacji (blok pachowy + analgozacja lub intubacja, założenie odpowiednich wejść dożylnych, cewnika do pęcherza).

Zasady ogólne w replantacjach palców

Po ocenie kikutu i amputowanych palców w przypadku amputacji mnogich ocenia się, które palce nadają się do replantacji. Przy braku możliwości wykonania replantacji wszystkich palców powinno się odtworzyć dwa lub trzy promienie z umożliwieniem chwytu pęsetkowego i chwytu jak największych przedmiotów, czyli odtworzyć promień I oraz II, III lub IV. Należy pamiętać, że odtworzenie promienia I i III może przynieść lepszy wynik funkcjonalny niż replantacja palców I i II. W związku z tym można przeprowadzić replantację anatomiczną lub z transferem na inny promień, by zwiększyć szansę powodzenia i zoptymalizować przyszłą funkcję pourazowej ręki.

W przypadku amputacji niecałkowitych identyfikację struktur rozpoczynamy po założeniu bloku pachowego. Oznaczanie struktur naczyniowych i nerwów odbywa się po szerokim otwarciu więzadeł Graysona i Clelanda w amputowanym palcu oraz kikucie, na długości przynajmniej 10 mm, z odsłonięciem tętnicy i nerwu obustronnie, po uprzednim podłużnym nacięciu skóry nad obydwoma pęczkami.

Kolejne kroki replantacji po zakończeniu identyfikacji

1. Skrócenie kości paliczków w amputacie i wyrównanie brzegu w kikucie łącznie o około 4–5 mm.
2. Zespoleńnię kostne amputatu z kikutem drutami Kirschnera lub mikroplytką.
3. W replantacjach palców II–V szycie wyłącznie ścięgien zginaczy głębokich palców. Ścięgno zginacza powierzchownego należy szeroko wyciąć.
4. Szycie ścięgien prostowników.
5. Wycięcie części tkanki tłuszczowej z sąsiedztwa pęczków naczyniowo-nerwowych na poziomie ich szycia.

6. Rekonstrukcja jednego lub dwóch naczyń tętniczych szwami mikrochirurgicznymi o grubości od 8,0 do 10,0. W przypadku ubytku naczynia zastosowanie wstawki tętniczej z drugiej niezespalonej tętnicy.
7. Rekonstrukcja przynajmniej jednego lub obu nerwów palcowych. W wypadku ubytku nerwów poświęcenie jednego z nerwów palcowych jako wstawki do odtworzenia drugiego nerwu. Odtworzenie nerwu położonego odpromieniowo w palcach II i III oraz odłokciowo w palcach I, IV i V.
8. Rekonstrukcja naczyń żylnych według zasady podwojenia powierzchni przekroju żył w stosunku do tętnic (a nie podwojenia ich liczby).
9. Antynapięciowe zamknięcie skóry z W-kształtnym poszerzeniem obwodu w miejscu nacięć nad pęczkami.
10. Przy zbyt słabym odpływie żylnym nawiercenie płytki paznokciowej igłą iniekcyjną nr 12 z wytworzeniem około 5 oczek o średnicy minimum 1,5–2 mm.
11. Opatrunek antyadhezyjny (z zastosowaniem nieprzywierającej i nietłustej siatki o drobnych oczkach).
12. Szyna gipsowa przedramienna grzbietowa ze zgięciem ręki do 120–140 stopni.

Jeżeli pacjent jest obciążony, to wykonujemy jedynie zespolenia konieczne do uzyskania przeżycia kończyny, a w razie powodzenia planujemy wtórne zabiegi rekonstrukcyjne. W amputacjach niecałkowitych kolejność postępowania zależy od przebiegu rany. W rozległych uszkodzeniach z wyrwaniem nerwów można odstąpić od ich pierwotnego szycia. W rozległych zniszczeniach tkanek możemy wykonać rekonstrukcje mikrochirurgiczne krzyżowe. W zabiegach wykonywanych po 24 godzinach ciepłego niedokrwienia, gdy naczynia tętnicze w części amputowanej są wykrzepione, bez możliwości uzyskania rekanalizacji, można wykonać zespolenia tętnicy z naczyniem żylnym grzbietowym amputowanego palca. Jeżeli mamy zachowany pas skóry potencjalnie posiadający nieuszkodzony odpływ żylny, możemy odstąpić od rekonstrukcji żył.

W przypadku replantacji palców przy podejrzeniu niewystarczającego odpływu żylnego, po wykonaniu śródoperacyjnie nawierceń płytki paznokciowej, stosujemy:

1. Przymoczek z heparyny na płytkę paznokciową zmieniane co 1–2 godziny (roztwór 5000 jednostek rozpuszczonych do 20 ml solą fizjologiczną).
2. Jeżeli decydujemy się na hirudoterapię w celu odbarczenia krwi przy niewystarczającym odpływie żylnym (dotyczy prawie wyłącznie replantacji palców), to zalecamy przedstawianie pijawek przed upływem 24 godzin od replantacji 2× na dobę przed 2–3 dni, a następnie w zależności od stanu miejscowego. Musimy wówczas liczyć się z koniecznością przetoczenia krwi w pierwszych dobach pooperacyjnych, nawet w ilości 1 jednostki KKCz przypadającej na replantowany palec na dobę.
3. Przy braku możliwości stosowania pijawek i podejrzeniu ryzyka niewystarczającego odpływu żylnego, oprócz nawiercenia płytki paznokciowej stosujemy ostrzykiwanie opuszki palca 1× dziennie stężoną heparyną (około 500–1000 jednostek na palec jednorazowo). Korygujemy wówczas w razie potrzeby dawkę dożylną heparyny.

Zasady ogólne w replantacjach ręki i przedramienia

Stabilizację kostną wykonujemy na grubych drutach Kirschnera. Tylko w przypadku możliwości założenia płyty z wkręceniem dystalnie przynajmniej trzech śrub na kość promieniową, możemy od strony grzbietowej założyć płytę. Można połączyć obie techniki. Przy urazach piłą tarczową skracamy kości, by dać szansę na pierwotne zeszybie nerwu pośrodkowego i łokciowego i promieniowego. Jeżeli urazowi towarzyszą ubytki ścięgien, możemy wykonać transfery ścięgien. Zawsze wykonujemy rozległą fasciotomię z otwarciem kanału nadgarstka. Nigdy nie szyjemy skóry pod napięciem. Poszerzamy cięcia na skórze również proksymalnie, aby uniknąć ciasnoty poreperfuzyjnej. Ubytki skóry wypełniamy przeszczepami skóry pośredniej grubości siatkowanymi w skali 1,5:1.

Zasady ogólne w replantacjach ramienia

W celu stabilizacji kostnej na tej wysokości stosujemy u dorosłych zawsze płyty stabilizujące LCP, u dzieci możemy wprowadzić grube druty Kirschnera. Oprócz zasad ogólnych zawsze wykonujemy rozległą fasciotomię strony dłoniowej i grzbietowej kończyny, z otwarciem kanału nadgarstka. Przy czasie rewaskularyzacji przekraczającym 8 godzin, prowadzimy pooperacyjny monitoring i kontrolujemy poziom jonów potasu. W razie wskazań włączamy hemodiafiltrację ciągłą.

Pacjentów po replantacji na wysokości obejmującej mięśnie (proksymalnie od śródrezcza) kwalifikujemy od doby replantacji do sprężenia w komorze hiperbarycznej.

H. Farmakoterapia i zalecenia pooperacyjne

Śródoperacyjnie bezpośrednio po zespoleniu pierwszego naczynia tętniczego podajemy dożylnie bolus heparyny w dawce 5000 jednostek u pacjenta dorosłego i 100 jednostek na kg wagi ciała u dzieci. Podłączamy jednocześnie Dextran 40 000 jednostek w stałym wlewie 500 ml na 24 godziny u dorosłych, a u dzieci 15 ml/kg wagi ciała/dobę.

Zalecenia pooperacyjne obejmują:

1. Wlew heparyny 9000–12 000 jednostek w pompie na 24 godziny, u dzieci w przeliczeniu na kilogram wagi ciała do uzyskania wydłużenia APTT minimum 1,5 raza, a maksimum dwukrotnie.
2. Dextran 40 000 jednostek 500 ml na 24 godziny, u dzieci 15 ml/kg wagi ciała, u starszych obciążonych pacjentów dawkę redukujemy.
3. Polfilin® 900–1200 mg w pompie na 24 godziny u dorosłych, u dzieci 0,6 mg/kg wagi ciała/godzinę.
4. Kroplówka 1500–2000 ml (0,9% NaCl + 5% glukoza) na dobę z dodatkiem 2 g witaminy C. Nie należy podawać kroplówek z wapniem.
5. U dorosłych włączamy Aspirynę w dawce 150 mg/dobę (u dzieci dopiero po hospitalizacji).
6. Utrzymujemy hematokryt w miarę możliwości poniżej 30.
7. Kontrolujemy morfologię i układ krzepnięcia, przetaczamy krew przy zbyt dużym spadku poziomemu hemoglobiny, nigdy nie przetaczamy osocza.

8. Zalecamy elewację kończyny górnej (szyna podparta poduszką) oraz monitorowanie ukrwienia palca.
9. W leczeniu przeciwbólowym w pierwszych dobach włączamy pompę z morfiną o przepływie regulowanym w zależności od dolegliwości bólowych (odmiana regulowanej przez pielęgniarkę formy Patient Control Analgesia).
10. Antybiotyk podajemy jako profilaktykę okołoperacyjną, a pooperacyjnie w ranach o dużym ryzyku zakażenia (klindamycyna z metronidazolem).

Czas hospitalizacji to przeważnie 5 dni. Zalecenia przy wypisie obejmują leczenie doustne – Aspiryna 150 mg 1× dziennie przez miesiąc, a następnie co drugi dzień przez kolejny miesiąc. U dzieci dawka ta jest zredukowana o połowę. Zalecamy noszenie ręki na temblaku i obserwację ukrwienia palców. Leczenie przeciwbólowe uzależnione jest od potrzeb pacjenta.

I. Rehabilitacja

Po usunięciu zespoleń kostnych wysyłamy pacjenta na rehabilitację ręki. Konieczność wtórnych zabiegów rekonstrukcyjnych analizowana jest po ocenie wyników rehabilitacji i ocenie powrotu unerwienia.

PREZENTACJA CHORYCH PO REPLANTACJI

Fot. 1–3. Amputowana część paliczka dalszego kciuka, za stawem międzypaliczkowym. Przedstawione na zbliżeniu zespolenie naczyniowe naczynia tętniczego oraz nerwu własnego kciuka. Stan kilka miesięcy po replantacji kciuka.



Fot. 4-6. Amputacja palców II-IV, widok amputowanych palców i ręki po urazie. Na Fot. 5 widoczne poszarpane, nierówne brzegi amputowanych palców. Stan po replantacji palców II i III (palec IV replantowany na kikut palca III z powodu dużego uszkodzenia pęczków naczyniowo-nerwowych w amputowanym palcu III).



Fot. 7–8. Amputacja gilotynowa kciuka siekierą. Stan po replantacji.



Fot. 9–14. Całkowite zniszczenie I promienia ręki sadzarką do ziemniaków. Kciuk z „wymielonymi” tkankami w sadzarce do ziemniaków, z całkowitym wieloodłamowym uszkodzeniem i utratą szkieletu kostnego oraz z dewaskularyzacją tkanek (przerwana tętnica główna kciuka, powyżej odejścia od łuku w części dalszej wszystkie naczynia tętnicze uszkodzone wielopoziomowo. Obraz RTG przedstawia odbudowany czasowo szkielet palca, z odnalezionych w tkankach fragmentów kostnych. Widoczny drut K czasowo pograżony w tkankach do momentu rekonstrukcji, pod warunkiem przeżycia tkanek miękkich żyjących na napływie tętniczym tętnicy głównej kciuka zespolonej z żyłą grzbietową I przestrzeni międzypalcowej. Czas trwania zabiegu 5 godzin. Na zdjęciu widoczny efekt zabiegu pierwotnego po 3 tygodniach. Po 4 miesiącach odtworzono wtórnie układ szkieletowy palca przeszczepem kości łokciowej wstawionej w łożę po usunięciu fragmentów kostnych i zespołen metalowych. Ostatnie dwie ryciny przedstawiają funkcjonalny wynik odległy.





Fot. 15–19. Amputacja z wyrwania kciuka 24-letniego mężczyzny, na wysokości paliczka podstawnego. Z amputowanej części wystaje 23 cm długości ścięgno prostownika. Z kikuta wystaje niezidentyfikowana struktura. Fot. 17 przedstawia zespolone szwami pojedynczymi Prolene 9,0 naczynie tętnicze z grzbietowo-odpromieniowym naczyniem żylnym. Fot. 18 i 19 przedstawiają efekt końcowy – odwiedzenie i funkcję chwytu pęsetkowego.





Fot. 20 i 21. Amputacja awulsyjna kciuka 35-letniego mężczyzny. Kciuk wyrwany na wysokości kłębu wraz ze ścięgnami zginacza długiego kciuka oraz odwodziela długiego i prostownika krótkiego kciuka. Replantacja wymagała szerokiej fasciotomii, głównie z powodu masywnego obrzęku przedramienia po urazie awulsyjnym. Wykonano rekonstrukcję naczyń i jednej gałęzi nerwu pośrodkowego. Rany zamknięte przeszczepami skóry pośredniej grubości posiatkowanymi w skali 1,5:1 pobranymi z uda. Czas trwania zabiegu 8 godzin. Fot. 21 przedstawia stan po replantacji.





Fot. 22–25. Kończyna górna 3-letniej dziewczynki, która doznała amputacji w wyniku „ukręcenia” ramienia w niezabezpieczonej wirówce do prania. W amputowanej kończynie dodatkowo zamknięte złamanie obu kości przedramienia, które wymagały osobnej stabilizacji drutami K pod kontrolą. Zdjęcie rentgenowskie kikuta kończyny przedstawia amputację na wysokości połowy ramienia, z utratą kilku centymetrów kości ramiennej. Ramię ustabilizowano drutami K. Rekonstrukcja tętnicy ramiennej nie wymagała wstawki naczyniowej z powodu nadmiaru tkanek, wynikającego z utraty części kości ramiennej. Wykonano rekonstrukcję nerwu pośrodkowego, łokciowego i promieniowego. Czas trwania zabiegu 12 godzin. Fot. 25 przedstawia stan w trakcie kontroli ambulatoryjnej. Po 1,5 roku dziecko odzyskało zgięcie i wyprost palców oraz łokcia.





Fot. 26–29. Amputacja awulsyjno-skalpacyjna przedramienia 56-letniego mężczyzny. Kończyna wyrwana przez taśmociąg do węgla. Fot. 26 przedstawia zakres skalpacji sięgający nadgarstka. Fot. 27 przedstawia ramię pacjenta z wielopoziomowym uszkodzeniem tkanek aż do wysokości pachy. Czas trwania zabiegu – 10 godzin. Fot. 28 prezentuje stan kończyny rok po replantacji z widocznym czynnym zgięciem łokcia do 90 stopni. Brak czucia dotyku i czynnego zgięcia palców, ale jednocześnie brak dolegliwości bólowych, również na mrozie, oraz brak tendencji do przykurczu palców. Fot. 29 przedstawia stan dwa lata po replantacji. Pacjent bardzo zadowolony z posiadania kończyny, pomimo braku powrotu czucia oraz ruchu palców i nadgarstka. Wykorzystuje rękę w codziennych czynnościach jako podporę, nosi na niej przedmioty lub siatkę z zakupami.





Fot. 30–37. Kończyna górna 22-letniego mężczyzny, wyrwana na wysokości połowy ramienia przez bęben w zakładzie pracy. Widoczny mankiet skórny powstały w mechanizmie skalpacji ramienia. Fot. 32 przedstawia zakres urazów towarzyszących: zmiążdżenie klatki piersiowej z odmą opłucnową, oparzenie tułowia z tarcia, złamania żuchwy i szczęki z uszkodzeniem nerwu twarzewego. Fot. 33 przedstawia szeroką fasciotomię, obejmującą całość kończyny łącznie z kanałem nadgarstka. Pomimo skrócenia 3 cm kości ramiennej tętnica ramienna wymagała wykonania wstawki żyłnej – pobranej z sąsiedztwa. W trakcie zabiegu wykonano rekonstrukcję nerwu pośrodkowego i promieniowego. Nerw łokciowy został wyrwany ze splotu ramiennego. Dodatkowo zaopatrzono rany twarzoczaszki. Czas trwania zabiegu – 11,5 godziny. Kilka miesięcy po zabiegu wykonano transfer nerwu łokciowego na kikut nerwu mięśniowo-skórnego. Powrót funkcji ręki po niespełna 2 latach od zabiegu przedstawiają Fot. 35–37.







Fot. 38–40. Prawie całkowita amputacja kciuka u 17-latka z wielopoziomową skalpacją i ubytkiem skóry grzbietowej powierzchni śródreżca. Stan kilkanaście miesięcy po replantacji, widoczny chwyt pęsetkowy, obecny pełny powrót czucia. Czas trwania zabiegu 8 godzin.





Fot. 41–47. Ręka 10-letniego chłopca amputowana piłą do cięcia najgrubszych drzew. Fot. 42 przedstawia kikut z odsłoniętą kością łokciową. Fot. 43 i 44 przedstawiają zakres ubytku śródreżca. Widoczny całkowity brak V promienia i większości IV kości śródreżca. Czas trwania zabiegu 12 godzin. Fot. 45 przedstawia wczesny stan pooperacyjny. Palec V został poświęcony do odtworzenia IV kości śródreżca i brakującej skóry na powierzchni odłokciowej śródreżca. Fot. 46 i 47 przedstawiają stan po 9 latach – funkcja wyprostu i zgięcia palców widoczne na zdjęciach. Czucie bólu i temperatury obecne, czucie dwupunktowe palców 3 mm.









Fot. 48-50. Amputacja przedramienia – widoczne zespolenie kości płytami rekonstrukcyjnymi. Stan przed i po replantacji.





Fot. 51–54. Amputacja piłą przedramienia u 24-letniego mężczyzny. Zakres uszkodzeń spowodował konieczność skrócenia przedramienia o około 7 cm. Na zdjęciach widoczny stan przed zabiegiem i efekt rok po urazie – zgięcie i wyprost uzyskane bez konieczności wtórnych zabiegów. Czas trwania zabiegu 9 godzin. Dodatkowo uzyskano bardzo dobry wynik reinerwacji. Wykonano korekcję blizn – stan po Z-plastyce widoczny na Fot. 50.







Fot. 55–57. Analogiczna amputacja przedramienia. Replantacja z wyrównaniem kikutów kostnych dająca skrócenie około 1,5 cm. Wynik pooperacyjny pod względem funkcji oraz czucia dotyku, bólu i temperatury uzyskany przy pierwotnym zabiegu replantacyjnym.





Fot. 58–59. Subtotalna amputacja gilotynowa części śródrecza z przerwaniem obu łuków tętniczych w nietypowym mechanizmie w zakładzie pracy – uraz maszyną do szatkowania flaków. Rekonstrukcja wyciętego łuku głębokiego poprzedziła stabilizację kości.





Fot. 60–61. Subtotalna amputacja piłą maszynową na wysokości śródreźcza. Wykonano rekonstrukcję ścięgien, naczyń tętniczych i żylnych oraz rekonstrukcję nerwów – dwóch na wskaziciel i po jednym w palcach III i IV z wykorzystaniem jako wstawki jednego z nerwów. Czas zabiegu 5,5 godziny. Zdjęcie przedoperacyjne i pooperacyjne. Widoczna silnie natłuszczona ręka jako element pielęgnacji pooperacyjnej.



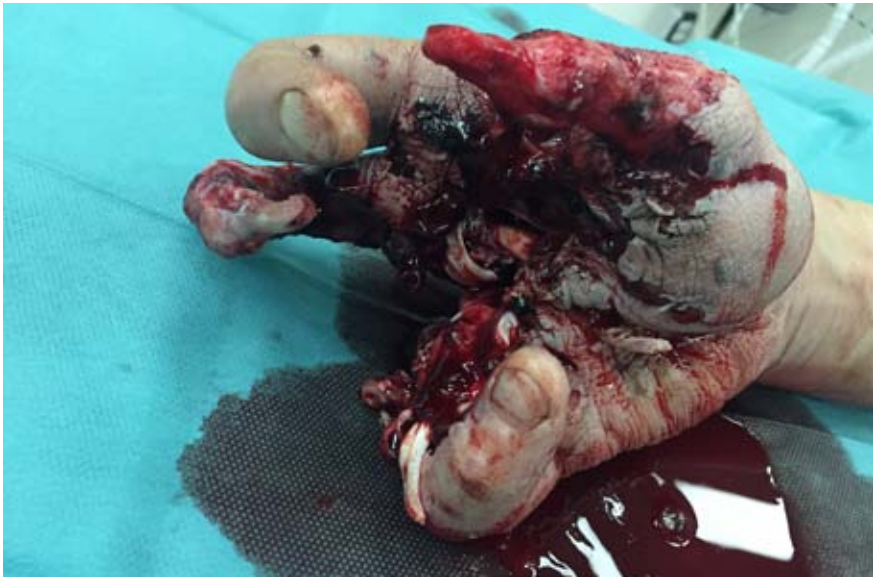


Fot. 62–65. Ręka 60-letniej kobiety, która doznała wielopoziomowego urazu piłą. Zdjęcia przedstawiają subtotalną amputację ręki na wysokości nadgarstka. Dodatkowo dramatyczne zniszczenia dłoniowej powierzchni śródrezcza z trudną do rozpoznania anatomią ręki. Czas trwania zabiegu 7,5 godziny. Zdjęcia wykonane 1,5 roku po urazie, pacjentka bardzo zadowolona z funkcji oraz z obecności czucia temperatury, bólu i dotyku wszystkich palców ręki.





Fot. 66–71. Ręka 32-letniej kobiety, która doznała urazu w wyniku wybuchu petardy w rękę. Pacjentka próbowała wyrzucić petardę, która wpadła do pokoju z dziećmi przez otwarte okno. Widoczne rozerwane śródreżcze z uszkodzonymi pęczkami naczyniowo-nerwowymi do palców II i III, skalpacja I i III promienia oraz grzbietowej powierzchni śródreżcza, utrata IV palca. Podjęto decyzję o ratowaniu ręki. Wykonano zespolenia mikročirurgiczne do wskaziciela. W celu ratowania kciuka, owinięto go płatem skalpacyjnym ze śródreżcza (Fot. 68 i 69), który podłączono do tętnicy głównej kciuka, wytwarzając zespolenie tętniczo-żylne (widoczne na Fot. 69). Odpływ z płata zapewniono, zespalając dwa naczynia żyłne. Czas trwania zabiegu wyniósł 7 godzin. Stan rok po urazie przedstawiają ostatnie ryciny. Pacjentka jest bardzo zadowolona z funkcji i czucia, przyzwyczała się do wyglądu ręki (Fot. 70 i 71).







Fot. 72–75. Amputacja obustronna gilotynowa rąk u 21-latka gilotyną do cięcia metalu. Ręka prawa z uszkodzeniem proksymalnego rzędu nadgarstka, ręka lewa amputowana przez staw promieniowo-nadgarstkowy. Wykonano rekonstrukcję wszystkich ścięgien poza zginaczami powierzchownymi palców II–V, rekonstrukcję tętnicy promieniowej, łokciowej, nerwu pośrodkowego i łokciowego. Czas trwania zabiegu 10 godzin. Fot. 73 prezentuje stan 6 miesięcy po replantacji. Fot. 74 i 75 przedstawiają chwyt pęsetkowy w trakcie rehabilitacji. 1,5 roku po zabiegu pacjent używa dotykowego telefonu komórkowego.



Fot. 76–78. Subtotalna amputacja palca III. Na Fot. 77 i 78 widoczny powrót funkcji po wtórnie wykonanym zabiegu tenolizy pół roku po replantacji.



