

MATERIAŁY • URZĄDZENIA • TECHNOLOGIE • INNOWACJE

WYROBY *medyczne*

kwartalnik
techniczno-
informacyjny

ISSN 2543-8069

cena 25,00 zł

lipiec, sierpień,
wrzesień

3/2023 (18)

W numerze:

- Przegląd innowacji w przeciecznikowych metodach naprawy wad zastawkowych serca
- Holter EKG – wybrane zagadnienia
- Rezonans magnetyczny serca – wybrane aspekty
- Rehabilitacja kompleksowa osób niepełnosprawnych
- Wpływ nowoczesnych technologii i ich bezpieczeństwa na rozwój inteligentnej opieki zdrowotnej

SPIS TREŚCI



24

Holter EKG – wybrane zagadnienia

KARDIOLOGIA

Wszczepialny rejestrator arytmii u pacjenta po udarze niedokrwinnym mózgu

3

ZAWAŁ SERCA! 60 minut, które decydują o życiu! Wszystko, co powinieneś wiedzieć o zawale serca

6

W jaki sposób narzędzie AI pomaga w diagnozowaniu zawału serca?

8

EchoNous pionierem nowej kategorii POCUS

9

Czy ultrasonograf to współczesny stetoskop?

10

Przegląd innowacji w przezcewnikowych metodach naprawy wad zastawkowych serca

14

Holter EKG – wybrane zagadnienia

24

Najważniejsze wyzwanie – pozyskanie nowych adeptów

28

Rezonans magnetyczny serca – wybrane aspekty

30

REHABILITACJA

Poznaj Targi Rehabilitacji i Fizjoterapii

34

Kompleksowa rehabilitacja obrzęku limfatycznego

35

Zastosowanie metody kriolezji w medycynie paliatywnej

40

Rehabilitacja kompleksowa osób niepełnosprawnych

48

TELEMEDYCYNĄ I OPROGRAMOWANIE

Wpływ nowoczesnych technologii i ich bezpieczeństwa na rozwój inteligentnej opieki zdrowotnej – cz. 1

56

Bezpłatne leki. Dla kogo i od kiedy?

64



56

Wpływ nowoczesnych technologii i ich bezpieczeństwa na rozwój inteligentnej opieki zdrowotnej

Adres redakcji: 47-400 Racibórz, ul. Żorska 1/45
e-mail: redakcja@e-wyrobymedyczne.pl
tel./fax 32 733 18 01

Redaktor naczelna: Ewa Majewska
tel. kom. 797 125 418
e-mail: ewa.majewska@e-wyrobymedyczne.pl

Dyrektor marketingu: Katarzyna Mazur
tel. kom. 797 125 417
e-mail: katarzyna.mazur@e-wyrobymedyczne.pl

Wydawca: Media Tech s.c.

Dział prenumeraty: prenumerata@e-wyrobymedyczne.pl

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń oraz artykułów sponsorowanych. Zastrzegamy sobie prawo skracania i adiustacji tekstów. Przedruk i rozpowszechnianie artykułów i reklam opracowanych przez redakcję jest zabronione bez zgody wydawcy.

WYROBY
medyczne

Wszczepialny rejestrator arytmii u pacjenta po udarze niedokrwinnym mózgu

Michał M. Farkowski, Michał Karliński

Pacjent 79-letni, w pełni samodzielny w czynnościach dnia codziennego, został przyjęty na oddział neurologii z powodu udaru niedokrwinnego mózgu. Objawy pod postacią głębokiego niedowładu prawej kończyny górnej (NIHSS 3) i niewielkiego niedowładu prawej kończyny dolnej (NIHSS 1) zostały zaobserwowane bezpośrednio po przebudzeniu ze snu. Pacjent był obciążony nadciśnieniem tętniczym – dobrze kontrolowanym, hipercholesterolemią, reumatoidalnym zapaleniem stawów – leczonym przewlekłe niesterydowymi lekami przeciwzapalnymi oraz chorobą zwyrodnieniową stawów kolanowych (alloplastyka w latach 2009 i 2010). Dodatkowo w 2012 r. przebył kryptogeny udar niedokrwenny lewej półkuli mózgu z bardzo dyskretną rezydualną afazją i dyzartrią. Po wykluczeniu krwawienia wewnątrzczaszkowego i spełnieniu dodatkowych kryteriów rezonansowych zgodnie z protokołem badania WA-

KE-UP zastosowano dożylnie leczenie trombolityczne [1]. Uzyskano niemal pełne ustąpienie bieżącego zespołu neurologicznego i powrót do wcześniejszego stopnia sprawności. Podczas standardowego ośmiodniowego pobytu na oddziale udarowym przeprowadzona została rutynowa diagnostyka naczyniowa.

W USG tętnic domózgowych uwidoczniono blaszki miażdżycowe o gładkiej powierzchni powodujące 35-40% zwężenie tętnic szyjnych. Przepływy wewnątrzczaszkowe były niezaburzone. W badaniu echo serca metodą przezklatkową stwierdzono poszerzenie lewego przedsionka (54 mm), przerost przegrody międzykomorowej (19 mm) oraz akinezę ściany dolnej, tylnej i bocznej z obniżoną frakcją wyrzutową (40%). W monitorowaniu EKG (pojedynczy spoczynkowy zapis oraz monitorowanie metodą Holtera przedłużone z 24 godz. do 72 godz. ze względu na poszerzenie przedsionka) stwierdzono pojedyncze dodatkowe pobudzenia komorowe i brak wstawek migotania przedsionków (*atrial fibrillation* – AF). Pacjent został wypisany do domu z rozpoznaniem udaru niedokrwinnego o nieznanym źródle materiału zatorowego (*embolic stroke of undetermined source* – ESUS). W ramach prewencji wtórnej włączono

Kwestia długotrwałego monitorowania rytmu serca za pomocą wszczepialnych rejestratorów arytmii u pacjentów po udarze niedokrwinnym podnoszona jest w wytycznych kardiologicznych i neurologicznych. Prezentujemy opis przypadku ilustrujący decyzje kliniczne prowadzące do postawienia rozpoznania migotania przedsionków u pacjenta wysokiego ryzyka i włączenia adekwatnego leczenia.

kwas acetylosalicylowy oraz zintensyfikowano statynoterapię.

Biorąc pod uwagę dużą szansę postawienia rozpoznania napadowego AF przed wypisem z oddziału neurologii, zakwalifikowano pacjenta do przedłużonego monitorowania rytmu serca za pomocą wszczepialnego rejestratora arytmii (*implantable cardiac monitor* – ICM). Zabieg wszczepienia ICM wykonano w warunkach sali operacyjnej przed upływem miesiąca od kwalifikacji. Podczas pierwszej wizyty kontrolnej ICM, która odbyła się 3 miesiące po implantacji, stwierdzono napad AF trwający 12 min (rys. 1A i B). W związku z tym, wobec postawienia rozpoznania AF i bardzo wysokiego ryzyka kolejnego udaru mózgu (6 pkt w skali CHA₂DS₂-VASc) zamieniono kwas acetylosalicylowy na doustny lek przeciwkrzepliwy niebędący antagonistą witaminy K (*non-vitamin K antagonist oral anticoagulant* – NOAC). ICM pozostawiono do czasu wyczerpania baterii; pacjent pozosta-

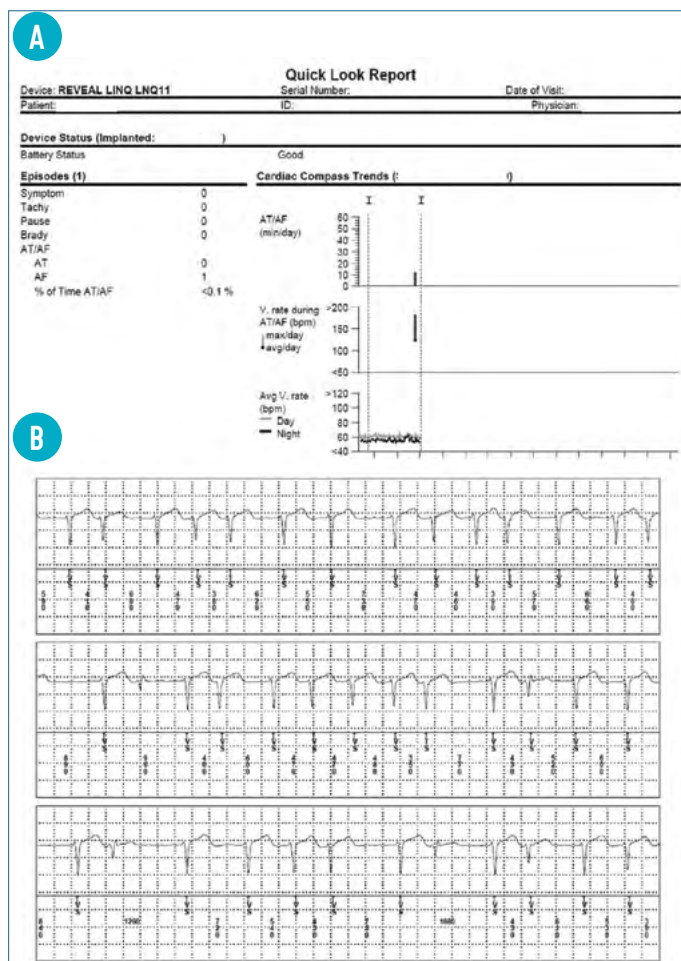
wał pod opieką poradni neurologicznej i kardiologicznej. Na przestrzeni kolejnych 3 lat nie wystąpił żaden incydent naczyniowo- mózgowy.

Udar mózgu – co należy wiedzieć?

Udar mózgu jest niezmiennie jedną z głównych przyczyn zgonu i najczęstszą przyczyną długotrwałej niepełnosprawności osób dorosłych w krajach rozwiniętych. Pomimo postępu, jaki dokonał się w obszarze prewencji pierwotnej, leczenia ostrej fazy, rehabilitacji i prewencji wtórnej, rocznie dochodzi do ponad 12 mln nowych zachorowań (w Polsce 70-80 tys.), a ponad 6,5 mln osób umiera [2].

Udar mózgu jest chorobą niejednorodną etiologicznie. Dlatego do wdrożenia optymalnej prewencji wtórnej konieczne jest zidentyfikowanie najbardziej prawdopodobnej przyczyny udaru u danego pacjenta. Według powszechnie obowiązującej klasyfikacji TOAST (*Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment*) główną przyczyną udaru niedokrwinnego mózgu może być [3]:

- miażdżyca dużych naczyń tętniczych,
- zatorowość sercowopochodna,



Rys. 1. Kontrola wszczepionego rejestratora arytmii (ICM) z wykrytym migotaniem przedsionków
A – raport z pierwszej kontroli ICM, B – zapis jednoodprzewodzeniowego EKG w pamięci ICM

- choroba małych tętnic,
- inne określone przyczyny,
- brak jednoznacznej przyczyny lub więcej niż jedna przyczyna prawdopodobna.

Uważa się, że znacząca część z udarów mózgu o niezna-nej przyczynie (tzw. udarów kryptogennych) ma w rzeczywistości podłoże zatorowe [4]. Dlatego wprowadzono nową jednostkę etiologiczną – ESUS, której rozpoznanie wymaga:

- wykazania w neuroobrazowaniu odpowiedzialnego za objawy nielakunarnego ogniska niedokrwienno,
- wykluczenia $\geq 50\%$ zwężenia tętnic zewnątrz- lub wewnątrzczaszkowych zaopatrujących obszar niedokrwienia,
- niestwierdzenia klasycznego źródła zatorowości sercowopochodnej (12-odprowadzeniowe EKG, co najmniej 24-godź. monitorowanie EKG metodą Holtera i przezklatkowe echo serca).

Badania kliniczne z randomizacją NAVIGATE ESUS i RESPECT ESUS nie wykazały, by stosowanie NOAC w nieselekcjonowanej populacji chorych po ESUS miało przewagę nad standardowym leczeniem przeciwkrótkowym [5, 6, 7]. Jednocześnie uważa się jednak, że chorzy z ESUS mają wskazania do intensywnego poszukiwania AF, zarówno za pomocą metod konwencjonalnych, jak i bardziej zaawansowanych technologii [1, 8, 9, 10]. W tym kontekście szczególnie przydatne mogą okazać się ICM [1, 8, 9, 10]. Długotrwałe monitorowanie rytmu serca u pacjenta po udarze niedokrwinnym okiem neurologa i kardiologa wytyczne European Society of Cardiology (ESC) z 2020 r., jak i European Stroke Organization (ESO) są ogólnie zgodne co do potrzeby długotrwałego monitorowania rytmu serca u pacjentów po udarze kryptogenym, w tym monitorowania inwazyjnego za pomocą ICM (tab. 1) [9, 10]. Wytycz-

Tabela 1. Wytyczne European Society of Cardiology (ESC) i European Stroke Organization (ESO) dotyczące monitorowania rytmu serca po udarze niedokrwinnym

Wytyczne ESO 2022 [10]	Wytyczne ESC 2020 [9]	
Dorośli pacjenci z udarem niedokrwinnym mózgu lub TIA o nieokreślonej etiologii	Zaleca się przedłużone monitorowanie pracy serca zamiast standardowego 24- godz. monitorowania w celu zwiększenia wykrywania subklinicznego AF Jakość dowodów: umiarkowana Siła zalecenia: silna	Zaleca się monitorowanie w kierunku AF przy użyciu krótkookresowego zapisu EKG przez ≥ 24 godz., a następnie ciągłego monitorowania EKG przez ≥ 72 godz., jeżeli jest to możliwe Klasa dowodu: I Poziom zalecenia: B
	Sugeruje się dodatkowe monitorowanie ambulatoryjne w porównaniu z samym monitorowaniem rytmu serca w szpitalu w celu zwiększenia wykrywalności subklinicznego AF Jakość dowodów: bardzo niska Siła zalecenia: słaba	U wybranych pacjentów (szczegółowe kryteria w tekście artykułu) można rozważyć monitorowanie EKG za pomocą długoterminowych metod nieinwazyjnych lub wszczepialnych rejestratorów arytmii w celu wykrycia AF Klasa dowodu: IIa Poziom zalecenia: B
	Sugeruje się wykorzystanie wszczepialnych monitorów serca zamiast urządzeń nie-wszczepialnych w celu zwiększenia wykrywania subklinicznego AF Jakość dowodów: niska Siła zalecenia: silna	

AF – atrial fibrillation, TIA – transient ischemic attack

Tabela 2. Najważniejsze przesłanki przemawiające za długoterminowym monitorowaniem rytmu serca u pacjenta po udarze niedokrwiennym (wg AF-SCREEN International Collaboration)

Cechy kliniczne

- podeszły wiek: ≥ 75 lat
- czynniki ryzyka sercowo-naczyniowe, przede wszystkim niewydolność serca, nadciśnienie tętnicze

Objawy miopatii przedsionka

- wymiar lewego przedsionka: > 46 mm
- dodatkowe pobudzenia przedsionkowe: $\geq 460/24$ godz.
- częstoskurcze przedsionkowe: ≥ 20 pobudzeń

Biomarkery

- BNP > 100 pg/mL
- NT-proBNP > 400 pg/mL

Etiologia udaru

- zatorowość tętniczo-tętnicza
- udar kryptogeny lub ESUS
- udar kardiogeny inny niż AF

AF – atrial fibrillation, ESUS – an embolic stroke of undetermined source

ne ESC podkreślają, że nie wszyscy pacjenci po udarze niedokrwiennym mogą jednakowo zyskać na przedłużonym monitorowaniu rytmu serca, zwłaszcza za pomocą ICM [9]. Wymienia się tutaj szereg czynników zwiększających szansę postawienia rozpoznania AF u tych pacjentów, m.in.: podeszły wiek, liczne choroby współistniejące lub czynniki ryzyka sercowo-naczyniowe, cechy remodelingu lewego przedsionka wysoką punktacją w skali C_2 HESST czy cechami udaru sugerującymi tło zatorowe [9]. Wytyczne ESO, opublikowane 2 lata później, idą dalej i dosyć jednoznacznie wskazują przewagę ICM nad monitorowaniem nieinwazyjnym w zakresie wykrywania subklinicznego AF i rekomendują stosowanie ICM u wszystkich pacjentów z udarem niedokrwiennym lub przemijającym ataku niedokrwiennym (*transient ischemic attack* – TIA) o nieustalonej etiologii [10].

W 2019 r. grupa ekspertów powołana przez konsultantów krajowych w dziedzinie kardiologii i neurologii opublikowała dokument zawierający propozycje zasad kwalifikacji pacjentów po ESUS do implantacji ICM oraz wymagań dotyczących ośrodków kardiologicznych i neurologicznych zajmujących się takimi implantacjami. Zaproponowano, aby do ICM kwalifikować pacjentów samodzielnych, z podwyższonym ryzykiem wystąpienia AF: wiek 65-74 lata i wymiar lewego przedsionka ≥ 45 mm lub wiek ≥ 75 lat i wymiar lewego przedsionka > 40 mm. Wydaje się, że zasadna byłaby dalej idąca selekcja pacjentów, uwzględniająca dodatkowe czynniki ryzyka wystąpienia AF (tab. 2), wymieniane przez AF-SCREEN International Collaboration [11].

Należy pamiętać, że aktywne poszukiwanie AF u pacjentów po udarze niedokrwiennym ma na celu wyłonienie grupy bardzo wysokiego ryzyka powtórnego udaru, a nie poszukiwanie przyczyny poprzedniego udaru. Wywiad udaru niedokrwiennego jest jednym z najsilniejszych

czynników ryzyka wymienianych w skali CHA_2DS_2 -VASc i stanowi wskazanie do bezterminowego leczenia doustnym antykoagulantem pacjentów ze zdiagnozowanym AF [9].

Literatura

- [1] Błażejewska-Hyżorek B, Czarnuszenko A, Czulowska A, Ferens A, Gąsecki D, Kaczorowski R, et al. 2019. Wytyczne postępowania w udarze mózgu. Pol Przegląd Neurol 15: 1-164.
- [2] Feigin VL, Stark BA, Johnson CO, Roth GA, Bisignano C, Abady GG, et al. 2021. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. Lancet Neurol 20: 795-820.
- [3] Adams H, Bendixen B, Kappelle L, Biller J, Love B, Gordon D, et al. 1993. Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment. Stroke 24: 35-41.
- [4] Hart RG, Diener HC, Coutts SB, Easton JD, Granger CB, O'Donnell MJ, et al. 2014. Embolic strokes of undetermined source: The case for a new clinical construct. Lancet Neurol 13: 429-438.
- [5] Hart RG, Sharma M, Mundl H, Kasner SE, Bangdiwala SI, Berkowitz SD, et al. 2018. Rivaroxaban for stroke prevention after embolic stroke of undetermined source. N Engl J Med 378: 2191-2201.
- [6] Diener HC, Sacco RL, Donald Easton J, Granger CB, Bernstein RA, Uchiyama S, et al. 2019. Dabigatran for prevention of stroke after embolic stroke of undetermined source. N Engl J Med 380: 1906-1917.
- [7] Healey JS, Gladstone DJ, Swaminathan B, Eckstein J, Mundl H, Epstein AE, et al. 2019. Recurrent stroke with rivaroxaban compared with aspirin according to predictors of atrial fibrillation. JAMA Neurol 76: 764-773.
- [8] Farkowski MM, Karlinski MA, Kaźmierczak J, Kułakowski P, Mitkowski P, Ptaszyński P, et al. 2019. Statement by a Working Group conceived by the Polish National Consultants in Cardiology and Neurology addressing the use of implantable cardiac monitors in patients after ischaemic embolic stroke of undetermined source. Neurol Neurochir Pol 53: 181-189.
- [9] Hindricks G, Potpara T, Dagres N, Arbelo E, Bax JJ, Blomström-Lundqvist C, et al. 2021. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Eur Heart J 42: 373-498.
- [10] Rubiera M, Aires A, Antonenko K, Lémeret S, Nolte CH, Putaala J, et al. 2022. European Stroke Organisation (ESO) guideline on screening for subclinical atrial fibrillation after stroke or transient ischaemic attack of undetermined origin. Eur Stroke J 7: CVII-CXXXIX.
- [11] Schnabel RB, Haessler KG, Healey JS, Freedman B, Boriani G, Brachmann J, et al. 2019. Searching for atrial fibrillation poststroke. Circulation 140:1834-1850.

Artykuł został zamieszczony w czasopiśmie „W Dobrym Rytmie” nr 3(64), 2022, s. 8 – 11.

dr hab. n. med. Michał M. Farkowski^{1,2},

dr hab. n. med. Michał Karliński³

1 Klinika Kardiologii, Centralny Szpital Kliniczny MSWiA, Warszawa

2 II Klinika Zaburzeń Rytmu Serca, Narodowy Instytut Kardiologii, Warszawa

3 II Klinika Neurologiczna, Instytut Psychiatrii i Neurologii, Warszawa

Autorzy po równo przyczynili się do powstania niniejszego artykułu i należy ich traktować jako pierwszych autorów

ZAWAŁ SERCA! 60 minut, które decydują o życiu! Wszystko, co powinieneś wiedzieć o zawałach serca

Na zawał serca każdego roku umiera w Polsce ok. 15 tys. osób. Z roku na rok zagrożenie to dotyka coraz większej liczby młodych osób – obecnie już co dziesiąty zawał dotyczy pacjenta przed 45. rokiem życia. Szansę na przeżycie zawału i minimalizację jego skutków znacząco zwiększa jak najszybsze zgłoszenie się po specjalistyczną pomoc. To wiedza, która może uratować życie nam i naszym bliskim. O tym, jak rozpoznać zawał i jak postępować przy jego wystąpieniu, mówi Grzegorz Dzik, kardiolog Grupy American Heart of Poland.

Dlaczego czas jest tak ważny?

Zawał serca jest chorobą, która najczęściej zaczyna się nagle, a jej istotą jest dokonująca się martwica mięśnia sercowego. Stopień tej martwicy jest tym większy, im dłużej trwa niedokrwienie. Gdy dokona się ona całkowicie, jest to już proces nieodwracalny, którego nie naprawi żadne leczenie. Stąd też im szybciej otrzymamy pomoc, tym większa szansa na uratowanie naszego serca – kluczową rolę odgrywa tu pierwsze 60 minut. Co istotne, czas ten liczy się od momentu wystąpienia objawów, dlatego tak ważne jest, by nie ignorować niepokojących sygnałów.

– Im szybciej trafimy do wyspecjalizowanego ośrodka, który jest w stanie przywrócić prawidłowe ukrwienie serca, tym bardziej jesteśmy w stanie ograniczyć strefę martwicy i niekorzystne następstwa zawału. Czas ma tutaj kluczowe znaczenie – decyduje o tym, czy przeżyjemy i czy będziemy w stanie po tej chorobie normalnie funkcjonować – mówi Grzegorz Dzik, Grupa American Heart of Poland.

Warto podkreślić, że moment udzielenia pomocy medycznej osobie z zawałem jest najczęściej całkowicie zależny od pacjenta lub osób w jego otoczeniu.



– Nie powinniśmy czekać aż przedłużający się ból w klatce piersiowej sam przejdzie – szczególnie jeśli dotyczy to osób starszych lub obarczonych czynnikami ryzyka. Niestety, bagatelizowanie objawów i czekanie aż miną one samoistnie to nadal najczęstszy powód, dla którego pacjenci z zawałem trafiają do nas zbyt późno – przestrzega specjalista American Heart of Poland.

Jakie objawy powinny nas zaniepokoić?

Najbardziej typowym objawem zawału mięśnia sercowego jest nagły i bardzo silny ból w okolicach mostka lub serca. Ma on piekący, dławiący charakter, nie ustępuje po odpoczynku, może promieniować do żuchwy i lewej ręki, a także do brzucha i pleców. Często towarzyszy mu uczucie duszności, poczucie niepokoju, przyspieszone tętno i kołatanie serca.

– Ból w klatce piersiowej zdecydowanie powinien być dla nas sygnałem alarmującym. Jeśli trwa powyżej 20-30 minut konieczne jest wezwanie pomocy medycznej. Niepokojące są również inne objawy, które w pierwszym odruchu nie kojarzą się z zawałem serca, a mimo to często są z nim związane, jak zawroty głowy, zimne poty, długotrwały kaszel, drętwienie kończyn, uczucie zmęczenia, dyskomfort w klatce piersiowej, nudności, zgaga, ból brzucha – tłumaczy Grzegorz Dzik.

Co robić przy podejrzeniu zawału?

Jeśli zaobserwujemy niepokojące objawy u siebie lub kogoś z naszego otoczenia, koniecznie wzywajmy pomoc medyczną. Ważne jest, by zachować spokój i nie dać się ponieść emocjom. W oczekiwaniu na ratowników warto posadzić chorego w pozycji półsiedzącej, rozluźnić ciasną odzież i zapewnić dostęp świeżego powietrza.

Nigdy nie próbujemy w takiej sytuacji dotrzeć do szpitala na własną rękę, ponieważ proces leczenia zawału mięśnia sercowego tak naprawdę rozpoczyna się już na poziomie pracy zespołu ratownictwa medycznego – podłączane jest EKG, podawane leki przeciwpłytkowe i leki przeciwbólowe. Odpowiednie informacje otrzymuje też od razu zespół w szpitalu, dzięki czemu jest w pełnej gotowości na przyjęcie pacjenta z zawałem.

Źródło: American Heart of Poland S.A. www.ahop.pl



INFO PRASOWE



PHILIPS

Monitorowanie pacjenta

Bądź na bieżąco z tym, co ważne

Lepsza jakość monitorowania pacjenta

Kompleksowy system monitorowania pacjenta Philips obejmuje kardiomonitor, centralne systemy zbierania danych oraz narzędzia wspomagające diagnostykę, dzięki którym praca staje się łatwiejsza.

Kardiomonitor IntelliVue X3 zapewnia ciągłość danych monitorowania, także w czasie transportu. Teraz w pełni diagnostyczne 12-odprowadzeniowe badanie EKG można wykonać przy łóżku pacjenta, w dowolnym momencie.

Dowiedz się w jaki sposób nowoczesne rozwiązania Philips usprawniają pracę w szpitalu na www.philips.pl/healthcare



innovation  you

© 2022 Koninklijke Philips N.V. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Firma Philips zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian w danych technicznych i/lub zaprzestania wytwarzania jakiegokolwiek produktu w dowolnym momencie, bez uprzedniego powiadomienia bądź jakichkolwiek zobowiązań, i nie będzie ponosić odpowiedzialności za ewentualne konsekwencje wynikające korzystania z niniejszej publikacji. Znaki towarowe stanowią własność firmy Koninklijke Philips N.V. lub odpowiednich właścicieli.

W jaki sposób narzędzie AI pomaga w diagnozowaniu zawału serca?

Coraz częściej sztuczna inteligencja może być wsparciem w leczeniu chorób sercowo-naczyniowych. Obecnie, rozpowszechniana jest aparatura do zdalnej diagnostyki, mierząca pracę serca przez całą dobę. Algorytmy są w stanie usprawnić pracę lekarzy, wykonując całkowity odczyt EKG. Algorytm o nazwie CoDE-ACS, przetestowany na 10 286 pacjentach w sześciu krajach, był w stanie wykluczyć zawał serca u ponad dwukrotnie większej liczby pacjentów z dokładnością 99,6%. Narzędzie AI może pomóc w zlikwidowaniu nierówności w diagnozowaniu choroby. Algorytm jest skuteczny, niezależnie od płci, wieku i wcześniejszych problemów zdrowotnych.

Ogromny potencjał algorytmów w kardiologii

Analiza badania EKG, czyli jednego z najbardziej znanych badań, odbywa się obecnie manualnie. Wymaga dużej ekspertyzy i doświadczenia lekarza, który interpretuje wyniki. Rozpoznanie sygnałów EKG jest żmudne i czasochłonne, a czas oczekiwania pacjenta na wyniki może potrwać nawet kilka dni. W przypadku chorób sercowo-naczyniowych profilaktyka i wczesna diagnoza są bardzo istotne. Obecnie dostępna technologia umożliwia nieustannie monitorowanie pacjentów, zarówno w szpitalu, jak i w domu. Algorytmy sztucznej inteligencji potrafią zautomatyzować analizę sygnałów EKG i uczynić ją bardziej precyzyjną. Dzięki sztucznej inteligencji, sygnały z przeprowadzonego badania nie są rozpatrywane przez człowieka, ale za pomocą algorytmów opracowanych na podstawie danych pochodzących z uderzeń serca. Pozwalają one w krótkim czasie sporządzić przejrzysty raport, który jest gotowy do interpretacji przez lekarza i postawienia końcowej diagnozy.

– Są to bardzo obiecujące badania, które pokazują nam potencjał zastosowania algorytmów w kardiologii. Sądzę, że sztuczna inteligencja będzie odgrywała istotną rolę w kardiologii obrazowej. Dla pacjentów z ostrym bólem w klatce piersiowej spowodowanym zawałem serca, wczesna diagnoza i leczenie ratują życie. Niestety, wiele stanów powoduje te powszechne objawy, a diagnoza nie zawsze jest prosta. Wykorzystanie danych i sztucznej inteligencji do wspierania decyzji klinicznych ma ogromny potencjał w zakresie poprawy opieki nad pacjentami i wydajności w naszych przepełnionych oddziałach ratunkowych. Tego typu rozwiązania umożliwią przyspieszenie selekcji pacjentów do konkretnego typu leczenia. Natomiast, myślę, że pomimo jej coraz częstszego wykorzystania, sztuczna inteligencja nie będzie w stanie zastąpić człowieka – podkreśla prof. dr hab. n. med. Piotr Jankowski, ekspert kampanii „Akcja Kardioprotekcja”, kierownik Katedry i Kliniki Chorób Wewnętrznych i Gerontokardiologii CMKP w Warszawie.

Sztuczna inteligencja szansą dla lekarzy i pacjentów

Korzyści z zastosowania sztucznej inteligencji w kardiologii można wymienić wiele. Wśród tych, które mogą

mieć bezpośredni wpływ na pracę lekarzy można wyróżnić skrócony czas poświęcony na analizę badań EKG oraz większą precyzję diagnostyczną. Pozwala to na możliwość diagnostyki większej liczby pacjentów. Ponadto sztuczna inteligencja ma podpowiadać, standaryzować i być dodatkowym źródłem informacji dla lekarza.

– Sztuczna inteligencja będzie wspomagać lekarzy w pracy, ale to nie algorytm podejmie za nas decyzję. Będzie analizować dane w czasie realnym, dostarczać informacje, a także monitorować stan pacjenta, zwłaszcza poza szpitalem – dodaje prof. dr hab. n. med. Piotr Jankowski.

Ze względu na rosnącą liczbę osób wymagających diagnostyki kardiologicznej, sztuczna inteligencja przyczyni się do zwiększenia korzyści również dla pacjentów. Wśród nich wymienić można skrócenie kolejek do kardiologów, objęcie profilaktyką i leczeniem szerszej grupy pacjentów, precyzyjne i wczesne wykrywanie nieprawidłowości rytmu serca, ograniczenie biurokracji i zwiększenie czasu na kontakt lekarza z pacjentem. Niewątpliwie, długoterminowo przyczyni się to do zwiększenia satysfakcji z usług służby zdrowia.

KardioTest – nowoczesne narzędzie wspierające profilaktykę kardiologiczną

W trosce o poprawę jakości życia polskich pacjentów eksperci kampanii „Akcja Kardioprotekcja” stworzyli specjalne narzędzie – KardioTest, które ułatwia zbadanie kondycji własnego serca. Jest on skierowany zarówno do osób przed incydentem sercowo-naczyniowym, jak i po przebytym zawałe lub udarze. Eksperci opracowując to narzędzie, postawili sobie za cel edukowanie nawyków kardioprotekcyjnych Polaków. KardioTest wskazuje obszary w zakresie profilaktyki kardiologicznej oraz rehabilitacji kardiologicznej, o które pacjent powinien zadbać w pierwszej kolejności. Test, diagnozując złe nawyki, indywidualizuje zalecenia i zachęca pacjentów do wdrożenia dobrych praktyk kardioprotekcyjnych.

Ogólnopolska kampania „Akcja Kardioprotekcja” ma na celu poprawę świadomości dotyczącej prewencji chorób sercowo-naczyniowych. Działania edukacyjne obejmują upowszechnianie wiedzy na temat stosowania kardioprotekcji oraz rehabilitacji kardioprotekcyjnej w społeczeństwie, jako skutecznego zapobiegania chorobom sercowo-naczyniowym. Dane GUS z 2020 wskazywały, że choroby układu krążenia w Polsce przewodzą stawkę przyczyn umieralności, wyprzedzając choroby nowotworowe i choroby układu oddechowego. W 2019 r. łącznie odpowiadały one za 73 proc. wszystkich zgonów. W skład Rady Ekspertów kampanii wchodzi: prof. dr hab. n. med. Piotr Jankowski, prof. dr hab. n. med. Ryszard Piotrowicz oraz dr hab. n. med. Agnieszka Kapłon-Cieślicka. Więcej informacji na stronie www.kardioprotekcja.pl, gdzie znajdują się materiały poradnikowe i webinary oraz test kardioprotekcji, który ma na celu sprawdzenie stanu serca Polaków i zalecenie dobrych praktyk kardioprotekcyjnych. Inicjatorem kampanii jest Zentiva, właściciel leku Polocard.

Biuro Prasowe „Akcja Kardioprotekcja”

INFO PRASOWE

EchoNous pionierem nowej kategorii POCUS

Stetoskop XXI wieku. Przejmująca ewolucja w dziedzinie ultrasonografii: EchoNous wprowadza rewolucję w diagnostyce ultrasonograficznej.

W dynamicznie rozwijającym się świecie medycyny, EchoNous wyznacza nowe standardy jakości i innowacji w dziedzinie ultrasonografii w miejscu opieki punktowej (POCUS). Ostatnio zaprezentowana wersja oprogramowania Bridge 7.2 z pewnością przyczyni się do przyspieszenia tej rewolucji. To istotny krok naprzód, ponieważ nowa wersja oprogramowania spełnia rygorystyczne wymagania CE MDR, otwierając drzwi do obszaru krajów wymagających certyfikacji CE.

Wyposażony w wiele usprawnień, Tablet Bridge 7.2 zapewnia jeszcze wyższą jakość obrazu 2D, podniesioną czułość na kolory na przetwornikach oraz wprowadza możliwość obrazowania Dopplera tkankowego falą pulsacyjną (PW TDI) na przetworniku Torso i Torso-1. Również przetwornik liniowy Lexsa zyskał kolorowy Doppler, podczas gdy Trio 2.0 przynosi zaawansowane funkcje wykorzystujące sztuczną inteligencję. Fascynujący dodatek AI FAST pozwoli na jeszcze bardziej precyzyjne diagnozy.

Jednak to nie tylko doskonałe funkcje sprawiają, że EchoNous wyróżnia się na tle konkurencji. Firma nie tylko oferuje produkty najwyższej jakości, lecz także dba o użytkowników. Dzięki 5-letniej gwarancji i różnorodnym programom szkoleniowym, użytkownicy mogą czerpać pełne korzyści z platformy Kosmos, wiedząc, że mają wsparcie na długie lata.

Nazwa EchoNous, tłumaczona jako "inteligentny dźwięk", oddaje wizję firmy. Ta firma stanowi wyjątkowe



połączenie ultradźwięków w mikroskalę oraz zaawansowanej sztucznej inteligencji. Celem EchoNous jest umożliwienie klinicyście korzystania z narzędzi diagnostycznych najwyższej klasy, które pomagają im rozwiązywać codzienne wyzwania w opiece zdrowotnej.

Co sprawia, że EchoNous jest prawdziwym pionierem w dziedzinie ultrasonografii POCUS? To pasja i zaangażowanie zespołu, który skupia się na wyznaczaniu nowych granic w opiece zdrowotnej. Od diagnostyki serca po badania brzucha, ich technologia jest przełomowa i doskonale odpowiada potrzebom lekarzy i pielęgniarek.

W obliczu szybkości i precyzji, które są kluczowe w opiece nad pacjentem, ultraprzenośne ultrasonografy Kosmos stają się niezastąpionymi narzędziami. Dzięki unikalnemu połączeniu jakości obrazu i interpretacji opartej na sztucznej inteligencji, lekarze mogą być pewni trafnych diagnoz, co jest niezwykle istotne w miejscu opieki, przy łóżku pacjenta.

Niezmiennie dążąc do doskonałości, platforma Kosmos cały czas się rozwija, oferując jeszcze większą szybkość i dokładność w przystępnej cenie. EchoNous nie tylko zmienia oblicze ultrasonografii, ale także tworzy ekosystem narzędzi dla społeczności służby zdrowia, który będzie odpowiadać na ich najważniejsze potrzeby.

EchoNous to nie tylko firma – to rewolucja. Jej wkład w dziedzinę diagnostyki ultrasonograficznej jest niezaprzeczalny, a jakość i innowacje, jakie wprowadza, mają potencjał odmienić opiekę zdrowotną na lepsze.

Po więcej informacji odsyłamy do strony i platformy edukacyjnej producenta: www.echonous.com



Wyłącznym dystrybutorem na terytorium Polski, Czech i Słowacji jest:



www.medica91.com

Czy ultrasonograf to współczesny stetoskop?

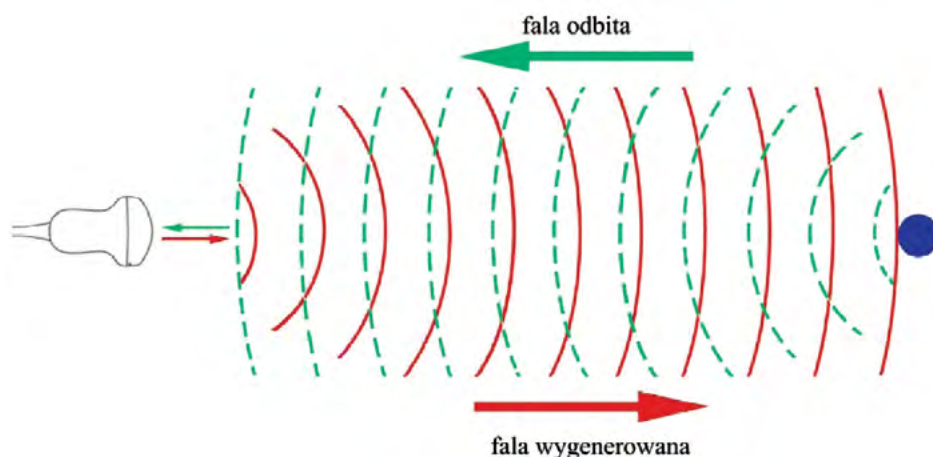
Andrzej Urbanik

Często określa się ultrasonograf jako współczesną formę stetoskopu. Oczywiście, tak mówiący zdają sobie sprawę, że ultrasonografia to technika obrazowa, a osłuchiwanie to technika diagnostyczna, gdzie nie otrzymuje się obrazu, ale ocenia wrażenia słuchowe. Jeżeli pomimo takiego zastrzeżenia chce się porównywać obie techniki, konieczna jest analiza ich zasad działania. W ultrasonografii głowica (sonda) aparatu ultrasonograficznego emituje fale ultradźwięków o określonej częstotliwości do wnętrza określonego rejonu ciała, który chcemy zbadać. Fala rozchodzi się, a gdy natrafia na granicę różnych elementów ciała, odbija się w każdym takim miejscu i wraca do głowicy, gdzie jest rejestrowana, a następnie przetwarzana na obraz. Współczynnik odbicia zależy od różnicy impedancji ośrodków. Mamy więc do czynienia z sytuacją, gdy do wnętrza organizmu doprowadzamy falę, a potem odbieramy jej „odbicie”. Nadajnikiem i jednocześnie odbiornikiem jest głowica (sonda) ultrasonografu (rys. 1). Podsumowując, w ultrasonografii doprowadzamy z zewnątrz fale ultradźwiękowe i również na zewnątrz organizmu odbieramy je już jako zmienione

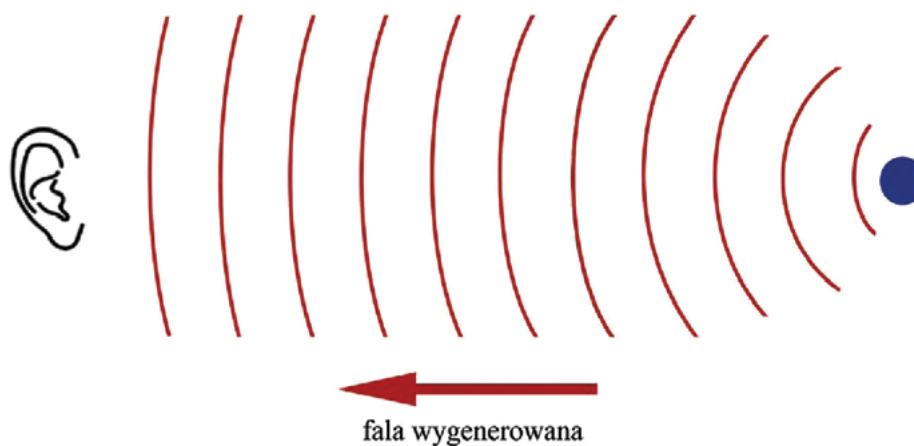
Radiologia jest specjalnością medyczną, która bardzo szybko stała się jednym z filarów medycyny. Od momentu powstania, w XIX wieku, obserwuje się jej nieprawdopodobny rozwój. Ale środowisko radiologiczne dużą uwagę skupia także na przypominaniu historii, uważając, że niezwykle ważne jest podkreślanie własnej tożsamości. Główną rolę w tym zakresie spełnia International Society for the History of Radiology. To międzynarodowe towarzystwo naukowe działa bardzo prędko, a jedną z form tej aktywności są organizowane co roku sympozja.

(odbite). W ten sposób nasze ciało, kiedy je badamy, jest obszarem transmisji i interakcji fal ultradźwięków z elementami (narządy i inne struktury), z których nasze ciało się składa. Technika diagnostyczna nazywana osłuchiowaniem (oscultatio) wykonywana jest za pomocą stetoskopu. Urządzenie to wymyślił w roku 1816 francuski lekarz Rene Laennec, a po kolejnych modyfikacjach ostateczny kształt, jaki ma obecnie, nadał mu w 1963 roku (uzyskał patent) David Littman, lekarz z USA. Laennec (1781-1826) był obdarzony wrażliwością akustyczną – grał na flecie. Uznał, że osłuchiwanie dźwięków wydobywających się z wnętrza ciała uchem przystawionym do skóry jest niewystarczające (nieodkrywane) i zaczął to robić, używając arkusza papieru zwiniętego w cylinder, który później zastąpił cylindrem z drewna. Nietrudno więc zauważyć, że stetoskop jest jedynie biernym odbiornikiem dźwięków generowanych wewnątrz organizmu ludzkiego. Mogą to być szmery wynikające z przepływu powietrza przez drzewo oskrzelowe czy tony związane z pracą serca. Na funkcjonowanie stetoskopu wskazuje również jego nazwa wywodząca się od greckich słów: *stethos* –

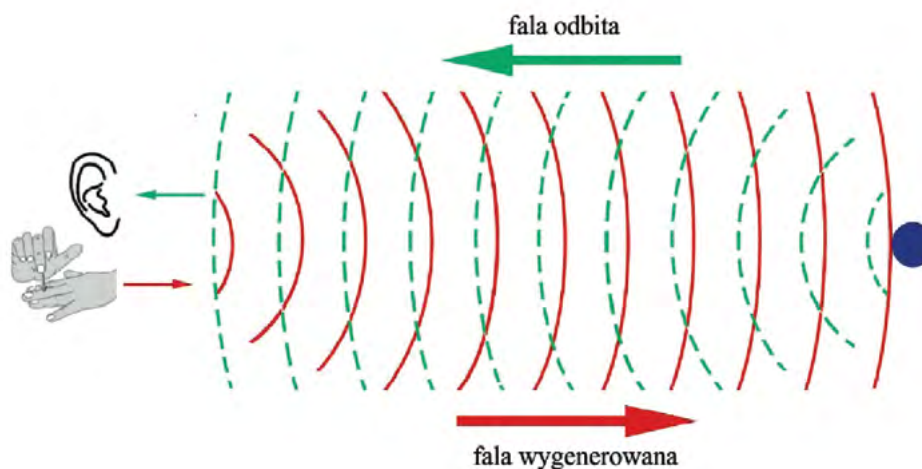
Rys. 1.
Schemat działania
ultrasonografu.
Opracowanie własne
na podstawie
<https://en.wikipedia.org/wiki/Ultrasound>



Rys. 2.
Schemat działania
stetoskopu.
Opracowanie własne



Rys. 3.
Schemat działania
opukiwania.
Opracowanie własne



wnętrze i *skopos* – obserwator. Zgodnie z tym stetoskop to bierny „obserwator” dźwięków generowanych we wnętrzu ciała ludzkiego (rys. 2). Z tego porównania działania ultrasonografu i stetoskopu jasno wynika, że oba urządzenia funkcjonują na całkiem innych zasadach. Tym, co łączy stetoskop z aparatem ultrasonograficznym, jest jedynie fakt, że aktualnie wobec miniaturyzacji również i ultrasonograf można zmieścić w kieszeni. Należy więc szukać dalej. Inną, znaną od roku 1761, techniką badania fizykalnego jest opukiwanie (*percussio*), którego pomysłodawcą był austriacki lekarz Leopold Auenbrugger (1722-1809). Zaobserwował, że jego ojciec, oberżysta opukiwał beczki z winem, aby ocenić, ile napoju w nich jeszcze pozostało. Postanowił więc przenieść ten sposób do praktyki medycznej. Wymyślił następującą technikę badania: lewa ręka z rozłożonymi palcami przykładana jest w miejsce, które należy zbadać. Następnie stuka się zgiętym palcem prawej ręki w trzeci palec ręki lewej. W czasie stukania w palec generuje się falę dźwiękową, słyszalną dla ucha ludzkiego, która propaguje w głąb ciała badanego, a następnie odbija się od jego elementów i jako odbita jest słyszalna dla wykonującego tę procedurę. Taka odbita fala określana jest jako wypuk i różni się w zależności od gęstości elementów, do których docierają fale dźwiękowe w czasie opukiwania – ich odbicie (wypuk) ma różny charakter. Dla przykładu – wypuk z prawidłowo upowietrznionej tkanki płucnej ma charak-

ter „jawny”, a z obszaru serca „stłumiony”. Tak więc w czasie opukiwania wprowadza się do ciała pacjenta falę dźwiękową, a następnie analizuje się (przy pomocy słuchu) charakter jej odbicia (rys. 3). Wszystko to w zakresie częstotliwości słyszanej dla ucha ludzkiego. Nietrudno więc zauważyć analogię opukiwania i ultrasonografii. Można więc określić właśnie ultrasonografię jako nowoczesną formę opukiwania. Oczywiście, w ultrasonografii otrzymuje się obrazy (po przetworzeniu odbitych fal ultradźwiękowych), a przy pomocy opukiwania informacje dźwiękowe.

Literatura

1. A. Antczak, M. Myśliwiec, P. Pruszczyk (red.): Badanie podmiotowe i przedmiotowe, Wyd. Medical Tribune, Warszawa 2012.
2. M. Hofer (red. wyd. pol. L. Stefańczyk): Podręcznik ultrasonografii, Wyd. Medipage, Warszawa 2008.
3. A. Raciborski: Nouveau manuel compiet d'auscultation et de percussio (Nowy podręcznik osłuchiwania i opukiwania), Wyd. Paryż 1835.

Artykuł został opublikowany w czasopiśmie „Inżynier i Fizyk Medyczny” nr 3/2022, vol. 11, s. 203-204.

Prof. dr hab. n. med. Andrzej Urbanik

Katedra Radiologii Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków

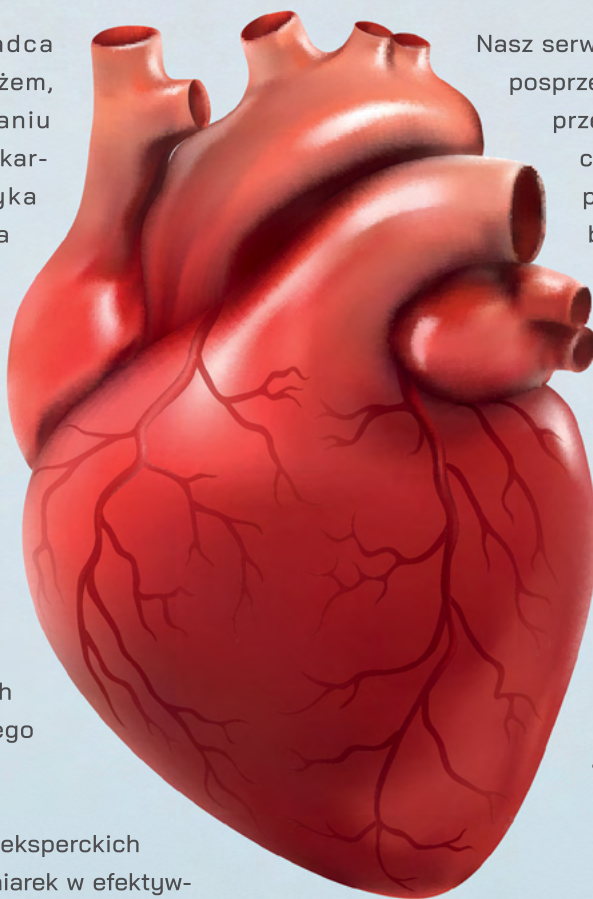
Zapewnij swojej placówce medycznej najlepszą opiekę nad aparaturą medyczną do diagnostyki kardiologicznej

Jako doświadczony doradca medyczny z 25-letnim stażem, specjalizuję się w dobieraniu najwyższej jakości sprzętu kardiologicznego. Diagnostyka kardiologiczna to moja pasja i specjalność.

Przez lata pomogłem wielu placówkom medycznym wyposażać się w sprzęt spełniający najwyższe standardy medyczne. Nasze holtery EKG oraz holtery ciśnienia (ABPM) są obecnie nieodłącznym elementem wyposażenia wielu placówek medycznych. Wiele z naszych rozwiązań to produkty naszego autorstwa.

Jednym z naszych obszarów eksperckich jest szkolenie lekarzy i pielęgniarek w efektywnym wykorzystaniu sprzętu oraz podnoszenie ich kwalifikacji w szybkim interpretowaniu badań.

Zestawy do badań wysiłkowych i rehabilitacji kardiologicznej to kolejna specjalizacja, w której służymy radą, doświadczeniem i specjalistyczną wiedzą. Dzięki naszemu wsparciu rehabilitanci kardiologiczni mogą pracować z pacjentami wydajniej i efektywniej.



Nasz serwis oferuje kompleksową opiekę posprzedażową, obejmującą okresowe przeglądy techniczne oraz serwis całodobowy. Dzięki temu masz pewność, że Twój sprzęt zawsze będzie działać sprawnie.

Zaufaj naszemu doświadczeniu i wiedzy. Skontaktuj się z nami pod numerem tel. **+48 606 986 984**.

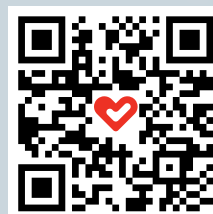
Jesteśmy gotowi pomóc Ci w doborze najlepszego sprzętu kardiologicznego i zapewnić wsparcie na najwyższym poziomie.

Zbigniew Kadzewicz

**Twój sukces medyczny
to nasza specjalizacja!**



KREDOS
SKLEP MEDYCZNY



kredos.pl

Przegląd innowacji w przezcewnikowych metodach naprawy wad zastawkowych serca

Karol Żmudka, Aleksandra Włosowicz, Patrycja Pabis, Hanna Porwolik, Aleksandra Spychał

Wady zastawkowe stanowią jedną z głównych grup nabytych wad serca oraz często współistnieją z wrodzonymi wadami serca. Pierwsze zabiegi kardiochirurgiczne, polegające na modyfikowaniu funkcji zastawek, sięgają połowy XX wieku. Operacje kardiochirurgiczne są inwazyjne, często wymagają użycia płucoserca, wiążą się z uszkodzeniem otaczających tkanek, dłuższym czasem rekonwalescencji, a w określonych grupach wyższym ryzykiem zgonu w porównaniu z metodami przezcewnikowymi. Ostatnie dwie dekady zaowocowały szerokim wachlarzem produktów i technik pozwalających na korekcie wad zastawkowych metodami przezcewnikowymi. Należy jednak pamiętać, że obecne rozwiązania mają swoje ograniczenia i wymagają dalszego rozwoju i pogłębionych badań. Poniżej przedstawiam przegląd stosowanych, a także tych będących na etapie badań innowacyjnych produktów i technik związanych z naprawą wad zastawkowych serca. Pozwoli to spojrzeć na zmiany zachodzące w kardiologii oraz kardiologii inwazyjnej.

Wprowadzenie

Szacuje się, że 40 milionów ludzi na świecie cierpi z powodu chorób zastawki aortalnej i mitralnej, a wrodzone wady serca, których duża część wiąże się z wadami zastawkowymi, stanowią jedną trzecią wszystkich większych wad wrodzonych [1,2]. Pierwsza operacja zastawki serca została wykonana w 1952 roku. Od tego czasu rozwój operacji kardiochirurgicznych, dzięki użyciu nowych materiałów i technik, pozwalał na coraz lepsze wyniki leczenia. Niestety, są one bardzo inwazyjne i wiążą się między innymi ze znaczną utratą krwi oraz koniecznością torakotomii czy sternotomii, by uzyskać dostęp do zastawek. Ponadto często konieczne jest zastosowanie płucoserca, co samo w sobie niesie wiele niekorzystnych konsekwencji [3]. Potencjalne komplikacje oraz wymienione wyżej czynniki powodują, że niektóre grupy pacjentów o wysokim ryzyku operacyjnym nie mogą zostać zakwalifikowane do operacji.

Relatywnie nową metodą jest przezcewnikowe leczenie wad zastawkowych. Zabiegi te stają się coraz częstszą praktyką, a kolejne wytyczne wskazują na możliwość ich szerszego zastosowania [4]. Narzędzia i metody wykonywania zabiegów są obecnie rozwijane proporcjonalnie do liczby

pacjentów z daną wadą i możliwościami leczenia metodami przezcewnikowymi. Tłumaczy to większy rozwój zabiegów przezcewnikowych u dorosłych w przypadku zastawki aortalnej i mitralnej niż trójdzielnej. W przypadku wad zastawki płucnej w większości przypadków wiąże się ona z wadami wrodzonymi serca, przez co większość stanowią pacjenci pediatryczni lub wymagający zabiegu po korekcie chirurgicznej. Podobieństwo w funkcji, jak i anatomii zastawek wiąże się z tym, że opracowane rozwiązania znajdują zastosowanie w leczeniu wad o zróżnicowanych przyczynach i lokalizacji. Obecne innowacje obejmują zastosowanie nowych materiałów, metod obrazowania, technik zamykania naczyń, druku 3D, czy algorytmów matematycznych pozwalających określić siły działające na zastawkę. W poniższej publikacji przedstawiono podobieństwa i różnice oraz konkretne przykłady rozwiązań rozwijanych oraz stosowanych w korekcie wad zastawkowych dla różnych zastawek.

Przezcewnikowe wszczepienie zastawki aortalnej

Wraz z rosnącą oczekiwaną długością życia stenoza aortalna (AS) stanowić będzie rosnącą przyczynę dysfunkcji zastawek [5]. Korekcja funkcji zastawki lub jej wymiana były do niedawna możliwe wyłącznie przy pomocy zabiegu kardiochirurgicznego. Pierwszy zabieg TAVI (*Transcatheter aortic valve implantation*) przeprowadzony w 2002 roku był początkiem rewolucji, pozwalając na zastosowanie znacznie mniej inwazyjnych zabiegów przezcewnikowych u pacjentów wymagających wcześniej operacji kardiochirurgicznych [6].

Ostatnie dziesięciolecie przyniosło wiele innowacji związanych z przezcewnikowymi metodami naprawy zastawki aortalnej. Jeszcze na początku ubiegłej dekady zabieg TAVI w badaniach klinicznych był przedstawiany jako wskazany tylko w przypadku ciężkiej stenozy oraz grup wysokiego lub bardzo wysokiego ryzyka okołoperacyjnego [7, 8]. Obecnie wskazania te są rozszerzane, a w Stanach Zjednoczonych wykonuje się około 78 000 zabiegów TAVI rocznie [2]. Obecnie, pomimo że do najszerzej przebadanych zastawek stosowanych w TAVI należą między innymi zastawki Sapien, to nie należy zapominać o innych projektach. Przykładem może być projekt InFlow (*CardValve Consortium*), którego celem jest stworze-

nie Polskiego systemu do TAVI w rozmiarze 12F – mniejszym niż obecnie dostępnym [9].

TAVI u pacjentów średniego ryzyka operacyjnego

Rozwój technologii konstrukcji zastawek, umiejętności operatorów w tym metod umieszczania, pozwolił podejrzewać, że zastosowanie zabiegów przezcewnikowych może być korzystne również dla pacjenta w grupach średniego ryzyka. Opublikowane na początku 2016 roku badanie PARTNER II, będące randomizowanym wieloośrodkowym badaniem klinicznym, potwierdziło skuteczność przezcewnikowych metod wymiany zastawki aortalnej u pacjentów z AS z grupy średniego ryzyka okołooperacyjnego [10]. Jako punkty końcowe badania obrano śmierć lub powodujący znaczną niepełnosprawność udar mózgu i wykazano, że ryzyko w grupie pacjentów poddanych operacji kardiochirurgicznej oraz zabiegowi przezcewnikowemu jest porównywalne.

W badaniu PARTNER II przeprowadzonym 6 lat po pierwszym badaniu PARTNER użyto nowszych systemów zastawek SAPIEN XT (Edwards Lifescience), różniących się cieńszą kobaltowo-chromową ramą oraz zmienioną geometrią bydlęcych płatków zastawki. Zmiany te wpłynęły korzystnie na hemodynamiczne właściwości zastawki oraz na zmniejszenie ryzyka wywołania zmian w układzie przewodzącym serca [11]. Badanie pokazało, że stosowanie TAVI w specjalistycznych ośrodkach w grupach średniego ryzyka nie wiąże się z gorszymi wynikami leczenia niż w przypadku chirurgicznej wymiany zastawki aortalnej (SAVR). W badaniu PARTNER II zaobserwowano większe pole powierzchni zastawki po TAVI niż po operacji kardiochirurgicznej oraz mniejszy odsetek powikłań, takich jak intensywne krwawienie, ostre uszkodzenie nerek i indukowania migotania przedsionków [10]. Podsumowując, zaobserwowano, że pacjenci zarówno z wysokiej, jak i średniej grupy ryzyka odnosili korzyści z zabiegów przezcewnikowych.

TAVI u pacjentów niskiego ryzyka operacyjnego

Kolejnym etapem rozwoju zabiegów TAVI było sprawdzenie korzyści płynących z zastosowania tej metody u pacjentów z niskim ryzykiem operacji kardiochirurgicznej w porównaniu z SAVR. Badanie PARTNER III zweryfikowało dotychczas niejednoznaczne dane dotyczące korzyści zabiegów TAVI u pacjentów z grup niskiego ryzyka operacji kardiochirurgicznej z dużą AS [12].

Nowe badanie wiązało się również z zastosowaniem nowych systemów zastawek Sapien 3 (Edwards Lifescience). Umieszczane przezcewnikowo, rozprężane balonem zastawki składają się z bydlęcych osierdziowych płatków wszytych w kobaltowo-chromową ramę i różniące się między innymi zastosowaniem zewnętrznej warstwy uszczelniającej wykonanej z politereftalanu etylenu, w celu ograniczenia przecieku okołozastawkowego [13]. Ponadto niska rama oraz geometria nowej zastawki ułatwiają dostęp do ujść naczyń wieńcowych na wypadek przyszłych interwencji. Wykazano, że różnice między użytymi w badaniu PARTNER II zastawkami Sapien XT, a zastawkami Sapien 3 wiążą się ze zmniejszoną częstotliwością poważnych incydentów naczyniowych oraz przecieków okołozastawkowych kosztem większego ryzyka zaburzeń rytmu,

powodujących konieczność wszczepienia nowego stymulatora serca [14]. Autorzy badania wskazują jednak na znaczącą rolę wizualizacji pozycji wszczepianej zastawki w odniesieniu do elementów kompleksu zastawki aortalnej, co ma wpływ na ograniczenie konieczności wszczepiania nowego stymulatora serca [14]. Ponadto zastawki starszej generacji w porównaniu do SAVR mają 5-krotnie wyższe prawdopodobieństwo uszkodzenia struktury zastawki, podczas gdy zastawki Sapien 3 nie ustępują zastawkom umieszczanym chirurgicznie [15].

Wszystkie wspomniane wyżej czynniki czyli zastosowanie nowych zastawek, duże doświadczenie operatorów i wypracowane standardy wykonywania zabiegów przyczyniły się do uzyskania lepszej przeżywalności, mniejszego prawdopodobieństwa udarów oraz mniejszej ilości rehospitalizacji u pacjentów przechodzących TAVI w ciągu roku od wykonanego zabiegu w porównaniu do grupy zabiegów chirurgicznych [12]. Badanie wykazało wiele innych korzyści dla pacjentów poddanych TAVI, takich jak niższe ryzyko indukowania migotania przedsionków, szybszą poprawę wydolności serca w skali NYHA i innych parametrów [12]. Podobne rezultaty uzyskano w badaniu NOTION [16]. Pomimo bardzo optymistycznych rezultatów należy brać pod uwagę, że badanie to obejmowało jedynie roczną obserwację pacjentów. W przypadku najnowszych wyników 8-letniej obserwacji pacjentów z dużą AS, którzy przebyli TAVI lub operację kardiochirurgiczną i stanowili grupę niskiego ryzyka operacyjnego nie zaobserwowano wyższej śmiertelności, ryzyka udaru, zawału serca ani wyższego ryzyka niewydolności wszczepianej zastawki [17]. Biorąc pod uwagę korzystne wyniki leczenia TAVI, należy oczekiwać rosnącej ilości wykonywanych zabiegów, jednak pamiętać trzeba, że wciąż brakuje danych dotyczących ponad 10-letniej obserwacji pacjentów, a tym samym wytyczne wskazują na rozważne stosowanie TAVI u pacjentów nie będących w podeszłym wieku. Natomiast biorąc pod uwagę pacjentów pediatrycznych, istnieją opisy wskazujące na potencjalne korzyści z zastosowania TAVI u pacjentów, nie będących dobrymi kandydatami do SAVR z wrodzonymi wadami zastawki aortalnej [19, 20]. Kolejnym ograniczeniem szerszego stosowania zabiegów TAVI jest dostęp do kardiochirurgów, jednak istnieją badania wskazujące, by zabieg wykonywać w określonych okolicznościach w ośrodkach nie posiadających oddziału kardiochirurgicznego [21].

Ostatnim, wartym zwrócenia uwagi aspektem przeprowadzania TAVI u pacjentów poddawanych wcześniej SAVR, jest ograniczenie kosztów ekonomicznych. Szacuje się, że wskaźnik stanu zdrowia osoby, wyrażający długość życia skorygowaną o jego jakość (QUALY) dla TAVI jest wyższy przy jednocześnie mniejszym koszcie dla systemu opieki zdrowotnej [22, 23].

Nowoczesne metody obrazowania u pacjentów z wadliwą zastawką aortalną

Metody obrazowe pozwalające na ocenę morfologii i wymiarów pierścienia aortalnego umożliwiają dobranie odpowiedniego rozmiaru implantowanej zastawki. Zwęźnienie zastawki aortalnej, będącej najczęstszą niewrodzoną wadą serca, może zostać zobrazowane i opisane badaniem ▶

echokardiograficznym (UKG) [24]. Powszechna dostępność UKG pozwala na wstępną ocenę zmian oraz ich progresji. Ograniczone okno akustyczne przezklatkowego UKG (TTE) jest częściowo obrazowane przy pomocy przezprzełykowego UKG (TEE), będącego złotym standardem. Badanie dopplerowskie umożliwia pomiar prędkości i gradientu ciśnień, potrzebnych do oceny zaawansowania AS [25]. Kolejną po ograniczonym oknie akustycznym wadą UKG jest brak możliwości obrazowania 3D dla większości stosowanych aparatów. Problem ten w najbliższym czasie może rozwiązać 3D-TTE. Jest to metoda obrazowania, pozwalająca uzyskać trójwymiarowy obraz bez użycia tomografii komputerowej (CT) czy rezonansu magnetycznego (MR). Należy jednak pamiętać, że technologia ta jest cały czas rozwijana, a przeprowadzone badania wykazały, że nie jest ona skuteczna w dobieraniu odpowiedniego rozmiaru zastawki aortalnej w porównaniu z wielorzędową tomografią komputerową (MSCT) w przypadku TAVI [26]. Nawet najmniejsze artefakty mogą wpłynąć na pomiar rozmiarów pierścienia zastawki. Należy podkreślić, że wiek pacjentów wymagających przezcewnikowych zabiegów zastawek predysponuje do występowania licznych zwapnień, utrudniając sprawne przechodzenie i odbijanie fal akustycznych. Na ten moment technologia 3D-UKG wymaga dalszego rozwoju i nie stanowi alternatywy dla MSCT [26, 27]. Tomografia komputerowa jako metoda inwazyjna wiąże się z narażeniem pacjenta na promieniowanie jonizujące, jednak umożliwia ona dokładną ocenę elementów, takich jak pierścień zastawki aortalnej, zatoki Valsalvy czy unaczynienie wieńcowe [25]. Jest to szczególnie ważne, biorąc pod uwagę występujące różne warianty anatomiczne występujących patologii, MSCT pozwala na indywidualną ocenę pacjenta i dobór odpowiedniej zastawki i ułatwia precyzyjny wybór umiejscowienia zastawki [28]. W przypadku badania PARTNER I i II MSCT nie zostało zastosowane u wszystkich pacjentów natomiast wyniki badania PARTNER III obejmują analizę budowy zastawki metodami MSCT [12]. MSCT stanowi ważną metodę w przygotowaniu zabiegu, co potwierdzają badania kliniczne [29].

Metody wprowadzania zastawki

Istnieją 2 główne metody przezcewnikowego wprowadzenia zastawki aortalnej do serca. Obecnie najczęściej stosowana jest droga przezudowa [30,31]. Pozostałe zabiegi wykonywane drogą przezklatkową odbywają się najczęściej z użyciem dostępu przezkoniuszkowego lub przezaortalnego. W przypadku badania PARTNER II dominującą metodą wprowadzania zastawki była droga przez tętnicę udową 1550 (76,3%), pozostali pacjenci 482 (23,7%) otrzymali zastawkę drogą przezklatkową – przezkoniuszkową (174) lub przezaortalną (62). Za główną przyczynę znacznej dominacji metody przezudowej można wyznaczyć mniejszą inwazyjność, na którą składa się brak konieczności chirurgicznego nacięcia klatki wiążącego się z sedacją oraz dłuższym okresem rekonwalescencji, jednak w przypadku zaawansowanej choroby naczyń sięgających dalej na obwód metody przezklatkowe mogą okazać się skuteczniejsze [32]. Częstsze stosowanie metod przezklatkowych u pacjentów z gorszymi parametrami naczyń może znaleźć odzwierciedlenie w gorszych parametrach punktów końcowych anali-

zowanych raportów dla zabiegów przezklatkowych, dając nieprawidłowy obraz skuteczności wspomnianych metod [33]. Ograniczone dane dotyczące TAVI u pacjentów pediatrycznych pokazują, że inne od przezudowej drogi mogą być preferencyjne w tej grupie pacjentów [19, 20].

Zamykanie naczyń

Wszystkie metody umieszczania zastawek wiążą się z bezpośrednim uszkodzeniem ciągłości dużych tętnic (dostęp przez tętnicę udową lub aortę) lub ściany serca (w przypadku dostępu przezkoniuszkowego). W przypadku dostępu przezudowego, po usunięciu cewnika w celu zapobiegania krwawieniu można w najprostszy sposób użyć kompresji manualnej. Przez około 20 minut uciskać miejsce arteriotomii, a następnie zaopatrzyć ranę. Metoda ta wiąże się z koniecznością unieruchomienia pacjenta na najbliższe godziny i jest stosunkowo czasochłonna. Ponadto dojść może do powstania hematomy, seromy, a następnie wtórnej infekcji oraz martwicy. Rozwiązaniem są narzędzia do zamykania naczyń. W zależności od wybranego narzędzia mogą one działać poprzez wytworzenie zakrzepu w sąsiedztwie punktu arteriotomii, poprzez umieszczenie wchłanialnej masy w sąsiedztwie miejsca przerwania ciągłości naczynia lub poprzez zszywanie ścian naczynia w uszkodzonym miejscu.

Stosowanie takich rozwiązań zwiększa komfort pacjenta po zabiegu oraz upraszcza procedurę TAVI, należy jednak pamiętać, że zastosowanie VCD może wiązać się z ryzykiem infekcji, zwężeniem ściany naczynia, wzmożonym wapnieniem lub nieprawidłową funkcją urządzenia [34,35]. Ze względu na fakt, że dostęp przezudowy jest dominującą metodą wprowadzania zastawki, urządzenia do zamykania naczyń znajdują szerokie zastosowanie w zabiegach naprawczych zastawek, a metoda ta jest szeroko badana. Do najczęściej stosowanych narzędzi należą te bazujące na zatykaniu naczynia np. MANTA VCD (Teleflex, Wayne, Pennsylvania) oraz zszywające uszkodzoną ścianę naczynia np. ProGlides i Prostar (Abbott Vascular, Abbott Park, Illinois). Odmienne metody lub produkty służące do zamknięcia naczynia, wiążą się z pewnymi zaletami i wadami każdego z nich. W celu systematyzacji oceny powikłań naczyniowych posłużyć mogą kryteria Valve Academic Research Consortium (VARC-2), wyznaczające większe i mniejsze incydenty naczyniowe [36]. W przypadku VCD zszywających naczynia zastosowanie produktów ProGlide, wiąże się z niższym ryzykiem większych incydentów naczyniowych jednak nie wpływa on na ogólną śmiertelność wewnątrzzpitalną u pacjentów poddanych TAVI [37].

Narzędzia ProGlide wymagają dwóch urządzeń do przeprowadzenia zamknięcia naczynia, podczas gdy Manta jednego i można przyjąć, że jest ona prostsza w obsłudze [38]. W kontekście większych oraz mniejszych komplikacji naczyniowych badania nie są jednoznaczne. Część z nich nie wskazuje na wyższość Manta nad ProGlide [38, 39], jednak niektóre badania wykazują większe korzyści z użycia VCD Manta40. Ponadto sygnalizuje się, że kierowana przy pomocy USG VSD Manta może zmniejszyć ryzyko niepowodzenia zamknięcia naczynia [41].

W kontekście TAVI przeprowadzone na próbie 524 pacjentów badanie z zastosowaniem VCD (Manta) wykazało,

że VCD może być stosowane do zamykania tętnicy udowej u pacjentów przechodzących ten zabieg [42]. W badaniu zaobserwowano 28 większych i 5 mniejszych incydentów naczyniowych, związanych z zastosowaniem urządzeń Manta. Jako czynniki predysponujące do wspomnianych incydentów, należy zaliczyć płeć żeńską, nieliniarne ułożenie naczynia lub wapnienie w miejscu arteriotomii [42]. W przypadku zastosowania VCD (Manta) u pacjentów, u których przeprowadzono minimalnie inwazyjne zabiegi naprawcze zastawki mitralnej, również zaobserwowano korzystne efekty zastosowania VCD [43]. W przypadku grupy 268 pacjentów dla grupy VCD nie zauważono seromy ani infekcji rany, jednak zaobserwowano zwiększone ryzyko komplikacji naczyniowych (VARC-2) takich jak krwawienie lub nieprawidłowe działanie VCD [43]. Podsumowując, użycie VCD jest szeroko oceniane jako skuteczna metoda zamykania naczynia, w tym u pacjentów poddanych przezskórnym zabiegom zastawek serca [37–44]. Jako czynniki, mogące w większym stopniu wpłynąć na ograniczenie ryzyka niepowodzenia w przypadku zastosowania VCD, wyróżniono zwiększone planowanie procedur oraz ocenę ryzyka [44].

Druk 3D

Rosnąca popularność druku 3D w ostatnich latach bierze się między innymi z relatywnie ułatwionego dostępu do spersonalizowanego modelu 3D, który można otrzymać z obrazów CT, MR oraz wspomnianego 3D USG [45]. Umożliwia to uzyskanie repliki, dostosowanej do anatomicznej

budowy pacjenta. Modele te mogą służyć do szkolenia operatorów, planowania zabiegu oraz ułatwienia komunikacji z pacjentem poprzez zobrazowanie mu przebiegu zabiegu [46]. Szczególną rolę i duży potencjał przypisuje się planowaniu operacji przy użyciu spersonalizowanych modeli 3D [47]. Potencjalną skuteczność takich modeli pokazują doświadczenia w przewidywaniu przecieków okołozastawkowych u pacjentów, u których we wcześniej przygotowanych modelach 3D, umieszczono zakładaną przezcewnikowo zastawkę [48]. Ponadto wskazuje się, że druk 3D może być wykorzystywany w planowaniu zabiegów w przypadku konieczności reoperacji lub ponownego TAVI, gdyż zabieg u tych pacjentów może wiązać się ze zwiększonymi komplikacjami [49].

Przecewnikowe zabiegi na zastawce trójdzielnej

Najczęstszą wadą zastawki trójdzielnej jest jej niedomykalność i często towarzyszy ona wadom innych zastawek [50]. Duży sukces metod przecewnikowych w leczeniu stenozy aortalnej i innych wad tej zastawki spowodowały, że rozwiązania te zaczynają być implementowane w leczeniu innych zastawek.

Istnieją przeciwwskazania do wykonywania chirurgicznej małoinwazyjnej naprawy zastawki trójdzielnej związane z ograniczonym dostępem, takie jak przebyta wcześniej operacja kardiochirurgiczna, operacja płuc lub choroby płuc. Biorąc pod uwagę wyżej wymienione trudności zabiegów przecewnikowych mogą okazać się korzystną alternatywą. Niedomykalność zastawki występuje z dużą czę-

reklama

AUTORYZOWANY PARTNER HANDLOWY
PHILIPS

viridian.com.pl

Viridian
POLSKA

Kardiomonitor Philips IntelliVue MX850

- Najwyższe standardy w dziedzinie cyberbezpieczeństwa;
- Konstrukcja spełniająca rygorystyczne normy oddziałów w zakresie sanitarno-epidemiologicznym;
- Nowoczesna forma modułowa oferująca rozległe możliwości rozbudowy;
- Wyświetlacz typu edge-to-edge o wysokiej rozdzielczości;
- Zaawansowane narzędzia z obszaru Clinical Decision Support wspierające pracę personelu medycznego;
- Dostosowanie i adaptacja elementów ekranów zgodnie z wymaganiami oddziałów szpitalnych i użytkowników;
- System alarmów z unikalnymi algorytmami eliminacji nadmiarowych i błędnych sygnałów dźwiękowych;
- Standardy Interoperacyjności w zgodzie z wymaganiami prowadzenia elektronicznej dokumentacji medycznej;



Najbardziej zaawansowany kardiomonitor na świecie !

stością i w większości przypadków jest łagodna. Wskazuje się, że wada ta może zostać zobrazowana w badaniu EKG u od 80% do 90% populacji, natomiast istotna klinicznie wada u 2,7% [51,52]. Może mieć ona charakter pierwotny - wynikający z patologii aparatu zastawkowego lub częściej czynnościowy i wynikać z poszerzenia pierścienia zastawki trójdzielnej [53]. Badania kliniczne wskazują, że łagodna niedomykalność zastawki trójdzielnej (TR) nie wpływa znacząco na śmiertelność, podczas gdy średniozaawansowana lub większa wada jest związana z niższą przeżywalnością nawet przy braku dysfunkcji komorowych czy nadciśnienia płucnego [54]. Wykonywanie zabiegów kardiochirurgicznych w sąsiedztwie zastawki trójdzielnej wiąże się z pewnymi trudnościami, jak bliskie sąsiedztwo ważnych struktur [55]. Obecnie chirurgiczna naprawa zastawki trójdzielnej z annuloplastyką jest złotym standardem leczenia w ciężkiej TR [56]. Jednak nie brakuje pacjentów, którzy nie mogą skorzystać z wspomnianych opcji terapeutycznych i przecewnikowa naprawa lub implantacja zastawki może być dla nich jedyną bezpieczną metodą leczenia [57-59]. Zastosowanie zabiegów implantacji lub naprawy zastawki przecewnikowo może być dobrym rozwiązaniem u pacjentów z wysokim ryzykiem operacji kardiochirurgicznej [50, 56, 60].

Małoinwazyjne metody naprawcze zastawki trójdzielnej

Jednym ze sposobów ograniczenia TR jest modulacja funkcjonowania patologicznych zastawek poprzez korekcję zakresu ruchu płatków. U 119 pacjentów z ciężką niedomykalnością zastawki trójdzielnej (TR) hospitalizowanych z niewydolnością serca dokonano zabiegów przecewnikowej naprawy zastawki trójdzielnej [61]. Badanie to wykazało, że TTVR wiązało się z obniżeniem hospitalizacji spowodowanych HF oraz polepszeniem parametrów sercowych (poprawa stopnia niewydolności w skali NYHA, lepszy wynik 6-minutowego testu marszowego i innych) u pacjentów poddanych TTVR w porównaniu do grupy

poddanej chirurgicznej łączonej naprawie zastawki mitralnej i trójdzielnej. Zabiegi przeprowadzono przy użyciu systemów naprawy MitraClip [Abbott, Santa Clara, California] lub PASCAL [Edwards Lifesciences, Irvine, California]. Systemy te stosowane są z powodzeniem w korygowaniu niedomykalności zastawki mitralnej [62]. Wprowadzana przecewnikowo do serca zapinka umożliwia zbliżenie płatków zastawki, co zapobiega cofaniu się krwi i pomaga odtworzyć fizjologiczny przepływ krwi [61].

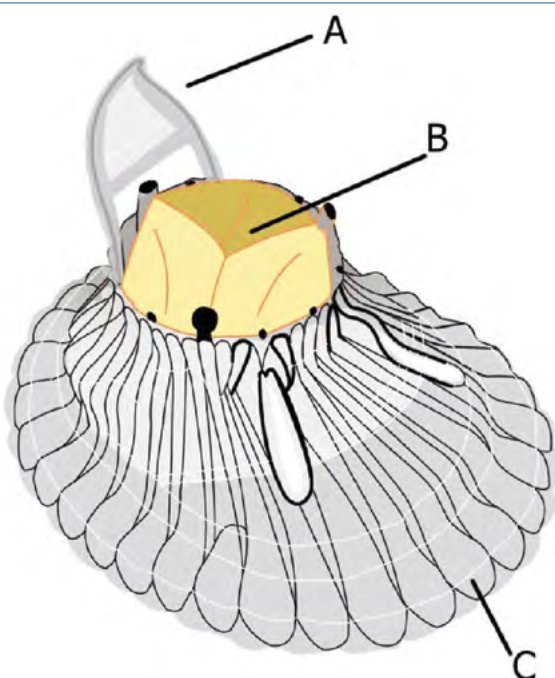
Pomimo oryginalnego przeznaczenia zestawów do operacji na zastawkach mitralnych, systemy sprawdziły się też dla zabiegów na zastawce trójdzielnej (98% udanych prób trwałego założenia zapinki) [61]. Należy się spodziewać, że opracowanie dedykowanych systemów naprawczych oraz szersze badania nad potencjalnymi korzyściami płynącymi z izolowanego zabiegu TTVR, mogą mieć wpływ na QoL (*Quality of Life*) pacjentów z TR.

Przecewnikowa annuloplastyka pierścienia zastawki trójdzielnej

Inną metodą ograniczenia TR jest annuloplastyka pierścienia zastawki trójdzielnej. W tym przypadku zwężenie pierścienia wykonane metodą przecewnikową pozwala zmniejszyć niedomykalność, poprzez zwężenie światła zastawki. Zabieg ten może zostać wykonany przecewnikowo, a efekty zostały opisane w badaniu TRI-REPAIR [63]. Pacjenci cierpiący na objawowe TR poddani zostali zabiegowi z wykorzystaniem systemu Cardioband. Zabieg ten w dwuletniej obserwacji znacząco zwiększył wydolność serca, ograniczył niedomykalność zastawki, poprzez zmniejszenie pierścienia oraz poprawił QoL pacjentów.

Przecewnikowe wszczępienie zastawki trójdzielnej

Innym sposobem ograniczenia TR jest implantacja sztucznej zastawki. Jednym z takich systemów jest zastawka EVOQUE, która jest w fazie badań klinicznych TRISCEND II (NCT04482062) rozpoczętych na początku 2021 i których koniec planowany jest na 2028 rok. Składa się on z 9 kotwic



Rys. 1.
Zastawka LuX-Valve (Jenscare Biotechnology, Ningbo, Chiny), wyposażona w kotwicę wystającą poza główny obrys zastawki i sięgającą aż do przegrody międzykomorowej na charakterystycznym języku. A – „język”, B – zastawki, C- dysk zastawki [opracowanie własne].

ufiksowanych w pierścieniu zastawek. System zaprojektowano z myślą o dostępie żylnym przezudowym [55]. Zastawka zdaje się spełniać oczekiwania, o czym świadczą pierwsze opisy przypadków zastosowania u pacjentów z ciężką TR [64]. W badaniu obserwowano powodzenie umieszczenia zastawki oraz ocenę niewydolności w skali NYHA, nasilenie TR, większe incydenty sercowo-naczyniowe oraz zdarzenia niepożądane dotyczące ośrodkowego układu nerwowego. Pomimo znacznych ograniczeń badania, takich jak mała próba pacjentów, krótki czas obserwacji oraz przeprowadzanie zabiegów wyłącznie w ośrodkach specjalizujących się w zabiegach przecewnikowych, można wnioskować, że system EVOQUE cechuje się akceptowalnym poziomem bezpieczeństwa, wysokim poziomem sukcesu umieszczenia zastawek oraz poprawą klinicznego stanu pacjenta. Potrzebne są dalsze badania z większą liczbą pacjentów, które pozwolą lepiej ocenić korzyści płynące z TTVR z zastosowaniem systemu EVOQUE. Warto wspomnieć, że w przypadku przecewnikowej wymiany zastawki trójdzielnej (TTVR) pierścień zastawki cechuje się rozmiarem, umożliwiającym metodę „zastawka w zastawkę”, w razie uszkodzenia wcześniej wszczepionej zastawki [65].

Kolejnym systemem do TTVR, będącym na etapie badań klinicznych, jest NaviGate (NaviGate Cardiac Structures Inc, Lake Forest, CA). Największe badanie opisywało wyniki leczenia 30 pacjentów z ciężką TR, którzy poddali się TTVR systemem NaviGate. Zastawkę GATE udało się umieścić u 26 pacjentów i u wszystkich udało się ograniczyć TR [66]. Szkielet zastawki zbudowany jest ze stożkowego stopu z 12 kotwicami, mocującymi się od strony komory. Mechanizm zastawkowy jest trójpłatkowy wykonany z końskiego osierdza [55]. W przypadku zastawki NaviGate preferowany jest dostęp przezkoniuszkowy lub przez naczynia żyłne szyi [66]. Badanie dowiodło sukcesu w możliwości implantacji zastawki pierwszej generacji. Wskazuje też na potrzebę badań z większą próbą pacjentów i pozwalających na długofalową ocenę wpływu na QoL pacjentów. Jednocześnie wskazuje się na oczywiste korzyści z mniej inwazyjnych zabiegów.

Istnieją inne systemy implantacji zastawki trójdzielnej, jednak w ich przypadku efekty leczenia nie zostały szeroko opisane na dużej grupie pacjentów i należą do nich LuX-Valve (Jenscare Biotechnology, Ningbo, Chiny), Intrepid oraz Cardiovalve (Boston Medical, Shrewsbury, MA) oraz Trisol (Trisol Medical, Yokneam, Israel). Nietypowym mechanizmem działania cechuje się zastawka LuX-Valve, wyposażona w kotwicę, wystającą poza główny obrys zastawki i sięgającą aż do przegrody międzykomorowej na charakterystycznym języku [67, 68]. Konstrukcja ta umożliwia zminimalizowanie efektu siły radialnej, działającej na zastawkę, co ma przeciwdziałać przeciekom. Szeroka gama produktów będących w fazie badań klinicznych świadczy o dużym potencjale rozwoju dalszych technologii TTVR. Pacjenci z wysokim ryzykiem okołoperacyjnym i ci, u których niemożliwe są zabiegi naprawcze, odniosą duże korzyści z nowych metod terapii. Przyszłe badania pozwolą na usystematyzowanie selekcji pacjentów, określając, które zastawki najlepiej odpowiadają poszczególnym pacjentom, biorąc pod uwagę budowę anatomiczną oraz wcześniejsze interwencje w obrębie struktur serca.

Przecewnikowe zabiegi na zastawce mitralnej

Niedomykalność zastawki mitralnej MR jest drugą najczęstszą wadą zastawkową w Europie [69]. W krajach rozwiniętych choroba ma najczęściej etiologię zwyrodnieniową, a w krajach rozwijających się reumatyczną. Obecnie wytyczne wskazują na przecewnikową naprawę zastawki sposobem „brzeg do brzegu” (TEER), w przypadku pacjentów objawowych niekwalifikujących się do operacji lub należących do grupy dużego ryzyka operacyjnego, jeżeli zabiegu nie uważa się za daremny [70-72].

Wykonywanie zabiegów naprawczych w obrębie pierścienia, jak i implantacja nowej zastawki, stwarza duże wyzwania techniczne wykonania takiego zabiegu przecewnikowo.

Badanie EVEREST II potwierdziło skuteczność MitraClip, czyli systemów pozwalających na złączenie płatków zastawki. Pomimo niższej efektywności w ograniczeniu MR niż w przypadku operacji kardiochirurgicznej, to zabieg przecewnikowy cechował się większym bezpieczeństwem oraz podobnymi efektami klinicznymi u pacjentów przy rocznej obserwacji [70,71]. W przypadku pięciorocznej obserwacji opisano mniejszą przeżywalność oraz zwiększone szanse na nawrót MR [71]. Powyższe obserwacje prowadzą do wniosków, że przecewnikowy zabieg naprawczy może być dedykowany dla dość ograniczonej grupy pacjentów, jednak dalsze usprawnianie metod może prowadzić do rozszerzenia wytycznych na większą grupę pacjentów. Inny opisany wyżej produkt działający według podobnego mechanizmu to PASCAL [Edwards Lifesciences, Irvine, California].

Przecewnikowa annuloplastyka zastawki mitralnej

Przedstawiono wyżej systemy działające na zasadzie naprawy „brzeg do brzegu”. Niestety, część pacjentów nie może, ze względu na patologiczną budowę zastawki, poddać się takiemu zabiegowi. Przykładem jest nadmierne poszerzenie pierścienia. Część z tych pacjentów nie może przystąpić też do operacji ze względu na przeciwwskazania. Rozwiązaniem dla tej grupy pacjentów może być przecewnikowa annuloplastyka zastawki. Wykonanie annuloplastyki przecewnikowej w obrębie zastawki mitralnej zostało opisane po rocznej obserwacji na niewielkiej grupie pacjentów i wykazano zadowalającą skuteczność i poziom bezpieczeństwa [73]. System ten pozwala umieścić implant na wysokości pierścienia zastawek, następnie 12 do 17 kotwiczek przytwierdza go wewnątrz przedsionka, a następnie operator dokonuje regulacji napięcia implantu, tym samym powodując obkurczenie pierścienia do pożądanego rozmiaru [74]. Pomimo obiecujących wyników u części pacjentów, badania na niewielkiej próbie nie pozwalają na daleko idące wnioski. Dalsze badania są prowadzone pod nazwą ACTIVE (NCT03016975) i pozwolą lepiej ocenić skuteczność wybranej metody w ograniczaniu MR.

Przecewnikowo implantowane systemy imitujące funkcję strun ścięgniętych

Poprawa hemodynamicznych właściwości zastawki mitralnej może być uzyskana poprzez systemy imitujące funkcję strun ścięgniętych. W przypadku wypadania płatk

zastawki system NeoChord (NeoChord, Inc., St. Louis Park, MN, USA) pozwala na przezcewnikowe ograniczenie mobilności płata poprzez naśladowanie funkcji strun ścięgniętych serca. Liczne opisy wykonanych zabiegów pozwalają ocenić, że metoda ta może być skuteczna u pacjentów z ciężką MR, wynikającą ze zmian degeneracyjnych [75]. Wykazano też, że konkurencyjne systemy innych firm mają potencjał skutecznej poprawy QoL u pacjentów ze wspomnianej grupy [76].

Przezcewnikowe wszczepienie zastawki mitralnej

Niektóre zaawansowane zmiany patologiczne w obrębie zastawki nie pozwalają na jej naprawę i jedyną interwencyjną możliwością terapii jest wymiana zastawki. Pacjenci, którzy wymagają takiej terapii mogą nie spełniać warunków dla bezpiecznego przeprowadzenia operacji kardiochirurgicznej.

Przykładem może być ciężkie zwapnienie pierścienia zastawki mitralnej, gdzie pacjenci nie są dobrymi kandydatami do operacji kardiochirurgicznej [77]. Ta grupa pacjentów w przyszłości, być może, będzie mogła skorzystać z zabiegu implantacji zastawki mitralnej wykonanym metodą przezcewnikową. Na ten moment zabieg ten wykonano w wielu badaniach klinicznych i zaczyna być coraz częściej stosowaną metodą leczenia. Sukcesy w przeprowadzaniu TAVI spowodują dalszą popularyzację badań nad tą metodą. Obecnie szacuje się, że w Stanach Zjednoczonych wykonuje się rocznie 10 000 takich zabiegów [2]. Systemem, który uzyskał akceptację FDA jako BDD, czyli oznaczenie przełomowego urządzenia jest Medtronic Intrepid™. System ten pozwala na implantację zastawki mitralnej metodą przezcewnikową, najczęściej dostępem przezkoniuszkowym, chociaż inne dostępy też zostały pojedynczo wykonane [78].

Na ten moment dostępne są dane z 30-dniowej obserwacji 15 pacjentów, jednak prowadzone jest badanie APOLLO (NCT03242642), którego celem jest ocena skuteczności produktu na większej grupie pacjentów i przy dłuższej obserwacji. Pomimo dużych ograniczeń danych, takich jak mała próba oraz czas obserwacji, opisano, że zaimplantowane zastawki spełniają swoje funkcję. Z grupy 15 pacjentów sukces proceduralny osiągnięto u 14, a u jednego pacjenta dokonano konwersji. U wszystkich pacjentów, u których dokonano implantacji, nie zaobserwowano po 30 dniach MR ani przecieku okołozastawkowego [78].

Implantacja zastawki wiąże się z licznymi trudnościami, takimi jak ryzyko powstawania zakrzepów czy kolonizacji przez patogeny. Istnieje wiele produktów, dla których wykonano pierwszy przezcewnikowy zabieg, jednak wiele z nich, pomimo początkowych sukcesów, nie zapewnia odpowiednich efektów leczenia, a tym samym dalsze badania zostały zaniechane. Przykładem może być system FORTIS (Edwards Lifesciences, Irvine, USA) [76]. Zastawka ta zbudowana z samorozprężalnej nitynolowej ramy, a najczęściej umieszcza się ją przezkoniuszkowo [79].

Wymianę zastawki umożliwia też system Cardiovalve (Cardiovalve Ltd., Or Yehuda, Israel), będący przezcewnikowym dedykowanym systemem, umożliwiającym umieszczenie zastawki mitralnej metodą przezścienną, co odróżnia go od innych systemów implantacji zastawki mitralnej

[80]. Przedstawiona obserwacja u pacjenta, który z powodu ciężkiej objawowej MR poddał się implantacji zastawki Cardiovalve pokazuje, że innowacyjna metoda ma potencjał na dalszy rozwój i może rozwiązać wspomniane wyżej problemy techniczne innych produktów [80]. System ten może też zostać użyty celem wymiany zastawki trójdzielnej u pacjenta z TR [81].

Warto wspomnieć, że do wymiany zastawki mitralnej wykorzystano nie tylko dedykowane systemy, ale też adaptowany do zastawki mitralnej wspomniany zestaw do TAVI – SAPIEN M376. Początkowe doświadczenia z tym systemem oraz sukcesy odmiany tego systemu w TAVI pokazują, że liczne doświadczenia w TAVI mogą zostać zaimplementowane dla innych zastawek, dając korzystne efekty [76,82].

Przezcewnikowa wymiana zastawki płucnej

Przezcewnikowe zabiegi zastawki płucnej są alternatywną metodą leczenia u części pacjentów z nieprawidłowo funkcjonującą zastawką, którzy wcześniej musieli być poddawani operacji kardiochirurgicznej. Zastawka płucna jest najmniej podatna na nabyte uszkodzenie [83]. Jako że większa część wad zastawki płucnej wiąże się z występowaniem wrodzonych wad serca (CHD), chirurgicznie wymieniona lub naprawiona zastawka będzie musiała spełniać swoje funkcje przez czas dłuższy niż inne zastawki, które są najczęściej implantowane w późniejszym wieku, lub będą one musiały być zastępowane czy wymagać reoperacji [83]. Powoduje to, że naprawiana lub wymieniana na wczesnym etapie życia zastawka ulega wraz z rozwojem pacjenta degradacji. Wykonanie reoperacji wiąże się z koniecznością powtórnej sternotomii lub torakotomii i realizacji krążenia pozaustrojowego [84]. Ponadto dzięki wczesnemu rozpoznawaniu wad, odpowiedniemu leczeniu chirurgicznemu, jak i farmakologicznemu, oczekiwana długość życia pacjentów z CHD ulega wzrostowi.

Dożycie 25 roku życia w przypadku niekrytycznych wad serca stanowi ponad 90%, natomiast krytycznych wad serca powyżej 60%, a tendencja zmian prowadzić będzie do coraz lepszej przeżywalności [85]. Powoduje to, że liczna grupa pacjentów wymagać będzie wielokrotnych reoperacji lub TPVR. Wykonywanie wielokrotnych zabiegów chirurgicznych w obrębie zastawki płucnej powoduje degenerację otaczających tkanek oraz powstawanie licznych zrostów. Ponadto każdy taki zabieg wiąże się z krwawieniem, długą rekonwalescencją i zwiększonymi szansami na powikłania [86]. Z wyżej wymienionych przyczyn interwencje kardiochirurgiczne są opóźniane na tyle, na ile jest to możliwe, celem ograniczenia ilości wykonywanych zabiegów kardiochirurgicznych. Niestety, może to skutkować powstaniem nieodwracalnych zmian [87]. Przezcewnikowe zabiegi u pacjentów z dysfunkcją zastawki prawej drogi odpływu (RVOT) są mniej inwazyjną metodą przywrócenia fizjologicznej funkcji hemodynamicznej obiegu płucnego.

W przypadku pacjentów ze stenozą zastawki płucnej (PS) preferowaną metodą jest walwuloplastyka płucna, która daje zadowalające efekty leczenia ponad 80% pacjentów [88]. Pozwala ona na osiągnięcie efektów porównywalnych z operacją kardiochirurgiczną, przy jednoczesnym mniejszym ryzyku i mniejszej inwazyjności zabiegu.

Niestety, nie wszyscy pacjenci są dobrymi kandydatami dla tego typu zabiegów. Występowanie dysplastycznych zastawek lub zwężenie podzastawkowe stanowią przeciwwskazania do takich zabiegów i zabieg kardiochirurgiczny często bywa jedyną alternatywą [83].

Umieszczane przezcewnikowo zastawki płucne

W przypadku pacjentów z CHD takimi jak tetralogia Fallota, czy wspólny pień płucny, u których wykonano już chirurgiczny zabieg wymiany zastawki, najpewniej zajdzie konieczność ponownej wymiany. Pacjent taki może kwalifikować się do przezcewnikowej wymiany zastawki płucnej TPVR, co wiąże się z ograniczeniem wymienionych wyżej skutków operacji kardiochirurgicznej.

Pierwszy taki zabieg wykonano u 12-letniego chłopca w 2000 roku, zabieg ten zakończył się sukcesem [89]. Obecnie zabieg ten został rozpowszechniony i wykonywany jest głównie przy użyciu zastawek Melody (Medtronic Inc.) oraz SAPIEN (Edwards Lifescience). Zastawka Melody dostępna jest w średnicach 18, 20 i 22 mm, podczas gdy Sapien 20, 23, 26 i 29 mm.

Pomimo że konieczność reinterwencji po TPVR w ciągu pierwszego roku jest rzadkością, wraz z biegiem lat wielu pacjentów będzie wymagało zabiegów naprawczych lub wymiany zastawki. W obserwacyjnym badaniu 100 pacjentów, u których wykonano TPVI zastawkami Melody lub Sapiens, wykazano, że 14% pacjentów po 5,5 roku od wykonania zabiegu doznało poważnych zdarzeń niepożądanych. Główną przyczyną było infekcyjne zapalenie wsierdza [90]. Ponadto przeprowadzona metaanaliza wykazała, że ryzyko takie jest znacząco wyższe dla zastawki Melody niż Sapien odpowiednio 4,9% i 1,3% [91].

Retrospektywne badanie kohortowe, obserwujące echokardiograficzne efekty TPVR przy użyciu zastawek Melody i Sapien, nie wykazały większych różnic w efektywności obu zastawek [92].

Zastawka Melody

Badania, obejmujące swoją obserwacją 10 i więcej lat oraz liczną grupę pacjentów, nie są liczne, ze względu na innowacyjny charakter zabiegów.

Obserwacja obejmowała 170 pacjentów z defektem zastawki RVOT, z czego 150 poddano zabiegowi TPVR zastawką Melody [93]. Jako obserwowane parametry wybrano brak ponownej implantacji, stopień lub brak występowania niedomykalności zastawki oraz gradient RVOT, konieczność reinterwencji przezcewnikowej, uszkodzenie stentu, interwencję chirurgiczną oraz śmierć. Mediana wieku pacjentów wynosiła 19 lat i u 149 pacjentów zastawkę udało się skutecznie zaimplantować, przy różnicy gradientu ciśnienia po obu stronach zastawki na poziomie 17 mmHg. Po 10 latach doszło do zgonu 10% pacjentów, dysfunkcje zastawki zaobserwowano u 47%, ponadto zaobserwowano szybszą degradację u dzieci niż dorosłych. Infekcyjne zapalenie wsierdza zaobserwowano w badaniu z częstością 2% na rok, co stanowiło główną przyczynę zgonów, a wyniki te potwierdzają obserwacje z innych ośrodków [91, 93, 94].

Opisano, że zastawka Melody może wiązać się z ryzykiem uszkodzenia stentu [95]. Ryzyko to może być obniżone przez prestenowanie.

Podsumowując, zastawka Melody umożliwia pacjentom poddanym wcześniej kardiochirurgicznym operacjom RVOT funkcjonowanie z prawidłowo działającą zastawką płucną, jednak należy mieć na uwadze ryzyko zakażenia czy uszkodzenia stentu [90, 91, 93, 95].

Zastawki Sapien

Zastawka Sapien może okazać się szczególnie pomocna przy dużym poszerzeniu średnicy RVOT, ze względu na możliwość wyboru większej średnicy zastawki oraz możliwość jej rozszerzenia, więcej niż zastawki Melody [96].

W przypadku TPVR zastawką Sapien obserwację 3-letnią opisano na próbie 57 pacjentów, u których zaobserwowano wzrost wydolności serca w skali NYHA (97,1% pacjentów), znaczący spadek średniego ciśnienia skurczowego w prawej komorze oraz duży odsetek pacjentów, u których nie wykryto większej niż łagodna niedomykalność zastawki [97]. Ponadto śmiertelność wynosiła zaledwie 2,9% po 3 latach i nie zaobserwowano u żadnego pacjenta uszkodzeń stentu.

Podsumowując, zastawki Sapien cechują się korzystnymi efektami leczenia ciężkiej stenozы i niedomykalności zastawki płucnej. Ocena długotrwałych efektów leczenia może być utrudniona ze względu na innowacyjny charakter zabiegów, lecz przyjęło się, że większość zastawek będzie najprawdopodobniej wymagać wymiany. W przypadku zastawki Sapien możemy częściowo bazować na liczniejszych obserwacjach dotyczących produktów tej gamy wszczepianych w pozycję aortalną [10-15].

TPVR dalsze perspektywy rozwoju

Podsumowując, zabiegi TPVR znacząco poprawiły rokowania wielu pacjentów, potrzebujących wymiany zastawki, po wcześniej przeprowadzonych zabiegach kardiochirurgicznych. Zabiegi te są znacznie mniej inwazyjne niż reoperacja, a tym samym wpływają na zwiększony komfort pacjentów oraz ciągle rosnącą średnią długość życia u pacjentów z CHD [85, 98]. Wraz z rosnącą przeżywalnością tej grupy pacjentów, takie zabiegi będą coraz częściej przeprowadzane, a tym samym umożliwi to dalszy rozwój metod, diagnostyki, metod obrazowania i sprzętu potrzebnego do przeprowadzenia zabiegów. Obecnie korzyści i zagrożenia związane z zastosowaniem zastawek Melody i Sapien są dobrze poznane dzięki licznej grupie pacjentów, u których zaimplantowano wspomniane zastawki. Pomimo licznych korzyści płynących z TPVR, należy pamiętać o ryzyku związanym z takim zabiegiem, takimi jak uszkodzenie stentu czy zapalenie wsierdza [99].

Dyskusja

Metody kardiochirurgiczne dalej stanowią dominującą metodę leczenia wad zastawkowych serca, jednak obecnie rozwijane metody przezcewnikowe, mogą stanowić przyszłość leczenia. Terapie metodami przezcewnikowymi pozwoliły na przywrócenie fizjologicznych właściwości hemodynamicznych zastawek u pacjentów, którzy nie mogli być kwalifikowani do chirurgicznych metod leczenia. Ponadto, w przypadku zastawki aortalnej metoda ta może być korzystniejsza nawet u pacjentów z niskiej grupy ryzyka [12]. Omówione wyżej zalety metod przezcewnikowych ▶

nad chirurgicznymi przemawiają za ich dalszym potencjałem rozwoju. Ponadto wzrost umiejętności operatorów wraz z krzywą uczenia, dowodzi dodatkowemu potencjałowi rozwoju [9].

Nie znaczy to, że zabiegi przezcewnikowe nie mają swoich wad takich jak ograniczony dostęp do struktur anatomicznych czy możliwości manewrowania cewnikiem. Ponadto kolonizacja przez patogeny i przecieki stanowią problem wielu preparatów. Druk 3D może być wykorzystywany podczas przygotowań do zabiegów lub w celach szkoleniowych. Pozwala on na wytworzenie wzorów o dużym zróżnicowaniu oraz przedstawić indywidualną budowę anatomiczną, jednak nie pozwala na zastosowanie odpowiednich materiałów spełniających fizjologiczne funkcje zastawki. Zastawki następnej generacji, być może, cechować się będą możliwością aktywnej naprawy, remodelingu i regeneracji [100].

W uzyskaniu korzystnej geometrii oraz właściwości hemodynamicznych zastawek pomogły modele matematyczne pozwalające na ocenę sił działających na pracującą strukturę [101]. Nowe zastawki i materiały, z których one powstaną, będą opracowywane z myślą o minimalizowaniu ryzyka wykrzepiania, kalcyfikacji czy zasiedlania przez patogeny. Rozwój technik obrazowania pozwoli na większą precyzję wykonywania zabiegów. Należy też zwrócić uwagę, że niektóre wady zastawkowe dotyczą wąskiej grupy pacjentów, a tym samym rozwiązania dla nich są wolniej opracowywane. Tym samym część z rozwiązań, które mogłyby być korzystne, nie mogą zostać szerzej przebadane, co za tym idzie zaimplementowane u większej grupy pacjentów.

Wyżej ukazano zróżnicowane mechanizmy mocowania, jak i dostarczania mechanizmu. Część z opracowanych rozwiązań nie będzie dalej rozwijana przez skomplikowany, wieloletni i kosztowny proces komercjalizacji projektów, a tym samym istnieje ryzyko, że tylko najlepiej dofinansowane projekty będą mogły zostać zastosowane i wprowadzone na rynek. Wiele produktów rozwijanych z myślą o jednej zastawce, może zostać zaimplementowanych do stosowania w innym położeniu w sercu. Głównym problemem, jeśli chodzi o ocenę efektów leczenia, jest obecny brak 20-letniej i dłuższej obserwacji większej liczby pacjentów.

Najbliższe lata z pewnością zaowocują w dalszy rozwój nowoczesnych technik zabiegów przezcewnikowych oraz materiałów i konstrukcji sztucznych zastawek.

Literatura

Udostępniana przez autora.

Artykuł został zamieszczony w publikacji „Innowacje w medycynie – przegląd wybranych technologii XXI w.” Tom 8, s. 19 – 50.

Karol Żmudka, Aleksandra Włosowicz, Patrycja Pabis, Hanna Porwolik, Aleksandra Spychał

Studenckie Koło Naukowe im. Zbigniewa Religi przy Katedrze Biofizyki w Zabrze, Wydział Nauk Medycznych w Zabrzu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

reklama

KATALOG FIRM MEDYCZNYCH 2023

**JUŻ OD WRZEŚNIA ZAPRASZAMY
DO ZAMIESZCZANIA WPISÓW
I REKLAM W NOWEJ EDYCJI
KATALOGU FIRM
MEDYCZNYCH 2023**

Katalog dostępny będzie
w formie elektronicznej na
naszej stronie internetowej
www.e-wyrobymedyczne.pl
w zakładce E-KATALOG
oraz formie drukowanej

47-400 Racibórz, ul. Żorska 1/45, tel. 570 498 067
katalog@e-wyrobymedyczne.pl, redakcja@e-wyrobymedyczne.pl
www.e-wyrobymedyczne.pl

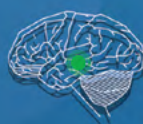
ASPEL

POLSKI PRODUCENT SPRZĘTU MEDYCZNEGO

- APARATY EKG
- HOLTERY EKG
- HOLTERY CIŚNIENIA
- SYSTEMY WYSIŁKOWE
- REHABILITACJA
- SPIROMETRIA
- ERGOSPIROMETRIA

REHABILITACJA KARDIOLOGICZNA

BEZPIECZNA I DEDYKOWANA



ASPEL TRM-612

Bieżnia



ASPEL CRG-601

Cykloergometr



www.aspel.com.pl



ASPEL DGS ASTER

Stanowisko

SYSTEMY WYSIŁKOWE

ASPEL CARDIOTEST - stanowisko diagnostyczne, umożliwia wykonanie elektrokardiograficznych badań wysiłkowych oraz klasycznych badań spoczynkowych.

REHABILITACJA

Wielostanowiskowy system przeznaczony do prowadzenia rehabilitacyjnych treningów monitorowanych współpracujący z bieżniami oraz cykloergometrami ASPEL.

ASPEL

os. H. Sienkiewicza 33
32-080 Zabierzów

sprzedaz@aspel.com.pl
www.aspel.com.pl

Holter EKG – wybrane zagadnienia

Adrian Truszkiewicz, David Aebisher

Rejestracja sygnału elektrycznego pochodzącego z serca odbywa się przez odprowadzenia. Są one częścią obwodu elektrycznego, którego dalsza część stanowi punkty na ciele człowieka.

W praktyce szpitalnej rejestracja sygnału EKG odbywa się z udziałem aparatów EKG, jednakże nie zawsze jest to wystarczające. Często lekarz klinicysta potrzebuje obrazowania jak zmieniał się sygnał EKG w dłuższym czasie np.: 1–2 doby. Badanie może również trwać 72 godziny lub też możliwy jest zapis 7-dniowy. Temu właśnie służą urządzenia nazywane holterami EKG. Zapisują one, obecnie już na kartach pamięci – ogólnie na nośniku elektronicznym, aktywność serca.

Badanie EKG pozwala na ocenę pracy jednego z najważniejszych organów ciała – serca. Generalnie elektrokardiografia jest to metoda akwizycji sygnału napięciowego wytwarzanego przez organ, jakim jest serce. Prezentacja tego sygnału w postaci graficznego wykresu w funkcji czasu nazywa się elektrokardiogramem. Drugą metodą prezentacji zmian kierunku i wielkości wektora serca w czasie pojedynczej ewolucji wektora to wektokardiogram. Przywołane tutaj pojęcie wektora serca jest wypadkową siłą elektromotoryczną generowaną w sercu [1].

Są one niewielkimi urządzeniami elektronicznymi, zawierającymi w swej konstrukcji układ pomiarowy wraz z układem mikroprocesorowym, dokonującymi zapisu informacji. Przykład takiego urządzenia przedstawiono na rys. 1. Aparat dokonuje akwizycji sygnału zwykle z 3 odprowadzeń, ale możliwe są również 5-, 7- lub też 12-kanalowe urządzenia.

Krzywa elektrokardiograficzna

Rys. 2 prezentuje wygląd sygnału rejestrowanego przez aparat EKG – jest to krzywa EKG. Wychylenie linii stanowiącej graficzny obraz wartości siły elektromagnetycznej powyżej lub poniżej linii bazowej nazywane jest załamkami. Są one oznaczane dużymi literami P, Q, R, S, T, U. Linia pomiędzy załamkami T i P jest nazywana linią podstawową lub linią izoelektryczną. Części krzywej pomiędzy załamkami nazywamy odcinkami. W przypadku określania odcinka i odstępu będący sąsiednim temuż odcinkowi – układ taki nazywamy odstępem. W opisie krzywej elektrokardiograficznej szczególne znaczenia ma fragment krzywej Q, R, S, T noszący nazwę zespołu komorowego. Częścią początkową jest zespół QRS, natomiast częścią końcową niniejszego zespołu jest zespół STT. W około 25% procentach zapisów spotyka się załamek U – jest on mały, zgodny z wychyleniem załamek T.

Rys historyczny

Był rok 1887 kiedy to August Waller zarejestrował pierwszy raz czynność serca. Swoje odkrycie opisał w artykule „A Demonstration on Man of Electromotive Changes accompanying the Heart's Beat” [2]. Wtedy to rozpoczęła się era elektrokardiografii, bez której nie sposób wyobrazić sobie dzisiejszą medycynę.

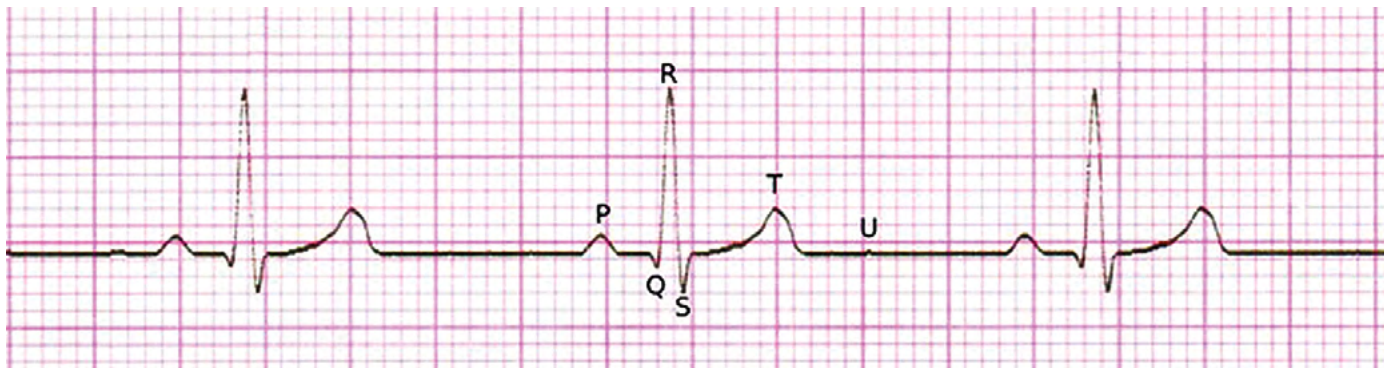
Kolejnym człowiekiem, który wniósł duży wkład w rozwój elektrokardiografii, był Willem Einthoven – holenderski lekarz. To jego nazwiskiem nazwano tzw. trójkąt Einthovena. Jest to termin określający układ odprowadzeń

Rys. 1.
Holter EKG
firmy
Schiller



Tabela 1.

Ilość bitów	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ilość rozróżnialnych poziomów napięcia analogowego (poziomów kwantyzacji)	256	512	1024	2048	4096	8192	16384	32768	65536



Rys. 2. Krzywa EKG (opracowanie własne)

rejestrujący różnicę potencjałów pomiędzy kończynami, a przedstawiany jest w formie trójkąta równobocznego. Koncepcja ta mocno odbiega od stanu faktycznego. Ciało człowieka to przewodnik o niejednorodnym przewodzeniu przez poszczególne tkanki. Dodatkowo serce, które nie jest położone centralnie, jest narządem dużym. Siła elektomotoryczna jest superpozycją wielu składowych, a te rozpatrywane jako wektory rozmieszczone w różnych punktach serca mają różne punkty początkowe. Koniecznym stało się uwzględnienie tego faktu oraz otaczających narząd, jakim jest serce, sąsiednich tkanek. Nowy układ przestrzeny odprowadzeń kończynowych został nazwany układem Burgera. Uwzględnia on opór elektryczny tkanek. Jest to w przeciwieństwie do poprzedniego trójkąta układ wektorowy. Ma on ściśle określone kierunki osi trzech odprowadzeń i rozwiązuje problem nieregularności granic ciała względem serca. Niestety nie koryguje niejednorodności tkanek. Koniecznym stało się opracowanie układów ortogonalnych eliminujących niejednorodność tkanek i położenie serca. Obecnie zostały one całkowicie wyparte przez skorygowane układy ortogonalne. Deformacja pola elektrycznego, związana z otaczającymi tkankami posiadającymi różne grubości i przewodnictwo, została skorygowana przez odpowiednie rezystancje o ściśle dobranych proporcjach włączone w obwody odbiorcze.

Rejestrator holterowski i wybrane elementy jego budowy

Systemy holterowskie to zaawansowane zestawy urządzeń oraz oprogramowania. Sam holter jest niewielkim i lekkim urządzeniem, który pacjent nosi przy sobie w czasie rejestracji sygnału. Jednakże zawiera on cały system rejestracji sygnału EKG, jego wstępnej obróbki oraz zapisu w pamięci z przeznaczeniem do późniejszej analizy.

Z punktu widzenia akwizycji sygnały EKG system holterowski ma za zadanie zarejestrować analogowy sygnał o niskiej wartości i niskiej częstotliwości powtarzania im-

pulsów, ale o dużej stromości zbocza zespołu QRS. Największym wyzwaniem jest niska wartość sygnału oraz nakładające się na sygnał użyteczne zakłócenia. W dzisiejszej dobie funkcje odbierania z odprowadzeń, wzmacniania i przetwarzania pełnią specjalizowane układy scalone. Zawierają one w jednej obudowie układy wzmacniaczy wejściowych o dużej impedancji wejściowej oraz układy filtrów analogowych wymagających niewielu elementów dyskretnych. Możliwa jest również filtracja cyfrowa sygnału, ale ta czynność może odbywać się już po przetworzeniu sygnału analogowego do postaci cyfrowej. Układy przetwarzania analogowo-cyfrowego realizowane są przez przetworniki AC, przekształcając sygnał analogowy w jego cyfrową reprezentację. Dopiero wtedy możliwym jest jego zapis w pamięci rejestratora. Każdy z wymienionych tutaj bloków ma do spełnienia ważną funkcję i stawiane są mu wysokie wymagania. Wzmacniacze wejściowe muszą dokonać wzmocnienia słabego sygnału analogowego, którego poziom napięcia określany jest w miliwoltach. To wymaga, aby były one wzmacniaczami posiadającymi niski poziom szumów.

Kluczowym elementem systemu holterowskiego jest przetwarzanie analogowo – cyfrowe. To od niego zależy jak dokładnie zostanie odwzorowany analogowy sygnał do postaci cyfrowej. Ważnym jest parametr określający rozdzielczość bitową przetwarzania. To on decyduje o tym, jak precyzyjnie, w skali napięciowej, zostanie przedstawiony sygnał analogowy w postaci cyfrowej. W tabeli 1 zamieszczono informacje o ilości bitów przetwornika AC oraz o liczbie rozróżnialnych poziomów wejściowego napięcia analogowego podlegającego przetwarzaniu.

Z danych tabeli 1 widać, że zwiększenie liczby bitów przetwarzania powoduje wzrost rozdzielczości kwantyzacji. Proces kwantyzacji polega na przypisaniu ciągłych wartości analogowych do najbliższych im dyskretnych wartości cyfrowych będących ich reprezentacją, co jest związane z utratą informacji. Operacja ta powoduje, iż pojawia się



dodatkowe zniekształcenie sygnału zwane szumem kwantyzacji. Szum ten można zmniejszyć stosując przetworniki AC w większej ilości bitów. Nowoczesne urządzenia holterowskie posiadają przetworniki 18-bitowe. Przykładem może być tutaj układ scalony ADAS1000-x prod. Analog Devices.

Kolejnym ważnym parametrem przetwarzania analogowo- cyfrowego jest próbkowanie. Jest to częstotliwość pobierania próbek ciągłego sygnału analogowego w celu kwantowania. Z matematycznego punktu widzenia, dla jednoznacznego odtworzenia sygnału analogowego, koniecznym jest, aby częstotliwość próbkowania była większa dwukrotnie od pasma sygnału analogowego. Im częstotliwość ta jest większa, tym dokładniej jest analizowany sygnał analogowy w czasie. Jest również więcej danych cyfrowych wydłużających proces obliczeniowy i wymagających większej ilości pamięci. To ma w obecnej dobie mniejsze znaczenie z uwagi na ciągle zwiększenie prędkości obliczeniowej systemów oraz łatwości dostępu do pamięci masowych. Zwiększanie częstotliwości próbkowania pociąga za sobą również zwiększanie zapotrzebowania energetycznego ze strony układów zasilania. Należy zaznaczyć, iż rejestratory holterowskie często zasilane są bateryjnie. Częstotliwość próbkowania w przetwarzaniu sygnału EKG w holterach może wynosić np. 32 kHz. Oznacza to, iż sygnał pochodzący z ciała pacjenta jest próbkowany co około 31,2 μ s. Może wydawać się to wartością bardzo dużą w porównaniu z rytmem serca, który przy 60 uderzeniach serca na minutę ma okres 1 s czyli 1 Hz, jednakże tak nie jest. Ważnym jest możliwie najdokładniejsze odtworzenie przebiegu sygnału o stromych zboczach takich jak np.: zespół QRS. Z punktu widzenia przetwarzania sygnału ten fragment krzywej EKG wymaga dużej szybkości przetwarzania właśnie z powodu stromości zboczy. Zespół QRS wymaga dużo szerszego pasma w porównaniu z odcinkiem ST. Tak duże próbkowanie jest pomocne również w rejestracji działania stymulatorów serca o krótkich impulsach.

Całość urządzenia w obecnej dobie jest zamknięta w małej, kompaktowej obudowie, do której doprowadzone są przewody łączące rejestrator z elektrodami umieszczonymi na ciele pacjenta. Trzeba zwrócić uwagę na fakt, iż jest to urządzenie elektroniczne, a więc jego zamoczenie w trakcie codziennej toalety może doprowadzić do jego trwałego uszkodzenia.

Przetwarzane sygnały transmitowane są do komputera za pomocą łącza cyfrowego lub odczytu danych z karty pamięci masowej. Później dane te podlegają obróbce cy-

frowej. Należy uświadomić fakt dużej ilości danych, jakie są zbierane w czasie np. 24-godzinnej rejestracji. Producenci systemów holterowskich zaopatrują użytkowników w specjalistyczne oprogramowanie. To ono pozwala na szybką analizę danych i wychwycenie nieprawidłowości. Różne metody wyświetlania danych zapewniają szybką analizę, oszczędzając czas pracowników – lekarzy i techników elektromedycyny.

Wskazania do wykonania badania metodą Holtera

1. Diagnostyka zaburzeń rytmu.
2. Ocena skuteczności leczenia antyarytmicznego.
3. Ocena działania wszczepialnych rozruszników i kardiowerterów-defibrylatorów.
4. Wykrywanie działania leków.
5. Diagnostyka bólu w klatce piersiowej – ocena niedokrwienia.

Przeciwwskazanie do badania metodą Holtera

Generalnie nie ma przeciwwskazań do prowadzenia diagnostyki metodą Holtera. Badanie nie daje powikłań i może być wykonywane również u kobiet w ciąży.

Przygotowanie do badania

1. Zapoznanie pacjenta z celem badania.
2. Przygotowanie klatki piersiowej – usunięcie włosów na klatce piersiowej i odtłuszczenie alkoholem skóry w miejscach umieszczanych elektrod.
3. Umieszczenie elektrod i połączenie z przewodami urządzenia rejestrującego zapis.
4. Umieszczenie urządzenia wg zaleceń producenta.
5. Poinformowanie pacjenta o możliwości sygnalizowania odczuwanych dolegliwości specjalnym przyciskiem, jeśli takowy istnieje.
6. Poinformowanie pacjenta o terminie zakończenia badania i zdjęcia urządzenia.
7. W czasie badania obowiązuje zakaz kąpieli i pryszniców, używania poduszek elektrycznych, manipulacji przy rejestratorze. Trzeba mieć na uwadze, iż jest to urządzenie elektroniczne i delikatne, narażone na uszkodzenia.

Podsumowanie

Badanie metodą Holtera należy do bezpiecznych i pozwalających na wykrycie zaburzeń trudnych do diagnostyki innymi metodami. Oddaje nieocenione usługi w diagnostyce pacjentów z zaburzeniami kardiologicznymi.

Literatura

1. Dąbrowska B., Dąbrowski A., Podręcznik elektrokardiografii. Wydanie V Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2007.
2. Waller AD. A Demonstration on Man of Electromotive Changes accompanying the Heart's Beat. J Physiol. 1887 Oct;8(5):229-34. doi: 10.1113/jphysiol.1887.sp000257. PMID: 16991463; PMCID: PMC1485094.

mgr inż. Adrian Truszkiewicz,
dr hab. n. med. David Aebisher, prof. UR

Zakład Fotomedycyny i Chemii Fizycznej, Kolegium Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski



HiCare

APARATURA MEDYCZNA
NA NAJWYŻSZYM POZIOMIE

Holtery ciśnieniowe
i akcesoria od 1390 zł



Sprirometry
od 900 zł



Przenośne USG
od 20 900 zł



Holtery EKG
od 2750 zł



biuro@hicare.pl
tel. 789 119 597
tel. 500 865 664
www.hicare.pl

Najważniejsze wyzwanie – pozyskanie nowych adeptów

Wywiad z dr. n. med. Witoldem Gerberem, kardiochirurgiem, Grupa American Heart of Poland

– Jakie schorzenia najczęściej Pan diagnozuje wśród swoich pacjentów, w Centrum Kardiologii i Kardiochirurgii w Bielsku-Białej, Grupa American Heart of Poland?

Witold Gerber: – Do naszego ośrodka trafiają pacjenci w różnym wieku z szerokim spektrum schorzeń, natomiast moja grupa pacjentów, to głównie te osoby, które chorują na niedomykalność zastawki mitralnej, często są to osoby w młodym wieku. Wobec powyższego na plan pierwszy w moich zabiegach wyszły zabiegi naprawcze i rekonstrukcyjne zastawki mitralnej. Wykonywane są w technice małoinwazyjnej, a ich skuteczność i trwałość jest bardzo duża. Ostatnie kilka lat to nawiązanie bardzo dobrej współpracy z kardiologami, którzy również docenili skuteczność tych metod i chętnie kierują do naszego ośrodka pacjentów z całego kraju.

– Jaka jest różnica w procedurach kardiochirurgicznych wykonywanych na otwartym sercu i w tych wykonywanych przez dostęp minimalnie inwazyjny?

– Zarówno jeden zabieg, jak i drugi wykonywany jest przy użyciu krążenia pozaustrojowego, czyli jest to tzw. chirurgia otwartego serca. Natomiast jeżeli chodzi o dostęp chirurgiczny w operacjach minimalnie inwazyjnych, mówimy tutaj o mini torakotomii prawostronnej bocznej. Jest to cięcie długości około 5 cm z krążeniem pozaustrojowym realizowanym z dostępu przez naczynia udowe. Mimo że operuje się przez tzw. dziurkę od klucza, mamy lepsze wejście w zastawkę na wprost (linia długa serca przebiega właśnie w tym kierunku, w którym patrzymy), a przez



nią również w głąb lewej komory serca. Jest to dla mnie bardzo istotne, ponieważ często te zabiegi polegają na wszczepieniu gorateksowych sztucznych nici ścięgniętych, które kotwiczą na mięśniach brodawkowatych – wgląd w lewą komorę znakomicie to ułatwia. Wykonując ten zabieg ze sternotomii, czyli z dostępu przedniego, dużego i szerokiego, wiążącego się z przecięciem mostka, musimy zastosować retraktory i podciągnąć strop lewego przedsionka wysoko ku górze. Takie działanie zdecydowanie zmniejsza pole widzenia zastawki i lewej komory. Zatem paradoksalnie mniejsze cięcie i mniejszy dostęp, daje mi dużo lepsze możliwości do rozległego rekonstruowania zastawki. Mam tutaj na myśli również operowanie zastawki trójdzielnej, jak i przegrody międzyprzedsionkowej.

– Kardiologia i kardiochirurgia to współpraca dwóch ważnych specjalizacji – co Pan Doktor o tym myśli?

– W moim odczuciu, na przełomie 10 lat, ta współpraca bardzo się zmieniła i z każdym dniem jest coraz lepsza. Prof. Andrzej Bochenek w wielu swoich wypowiedziach, podkreśla jak ważna jest współpraca tych dwóch specjalizacji. Opiera się ona przede wszystkim na zaufaniu kardiologa do danego operatora i skierowaniu do niego pacjenta. W naszym ośrodku działa system konsultancki, tzn. że chorem zajmuje się od początku do końca jeden kardiochirurg. Chciałbym dodać, że współpraca kardiologa i kardiochirurga opiera się na bardzo profesjonalnych i bezpośrednich relacjach. To, że zoperowany pacjent wraca do kardiologa i jego stan zdrowia polepsza się, jest zachętą do dalszej współpracy i kierowania kolejnych pacjentów.

– Jak duża jest skala zabiegów małoinwazyjnych we współczesnej kardiochirurgii?

– Z mojego ostatniego zestawienia wynika, iż w naszym ośrodku ponad 90% wykonywanych zabiegów rekonstrukcji lub wymiany zastawki mitralnej i trójdzielnej, to zabiegi z dostępu małoinwazyjnego. Dla porównania, w Polsce jest



to skala około 40%, co świadczy jeszcze o dużej przestrzeni na tego rodzaju zabiegi. W dużych ilościach te zabiegi wykonywane są tylko w 4 ośrodkach w naszym kraju, a my jako Centrum Kardiologii i Kardiochirurgii w Bielsku-Białej, jesteśmy na drugiej pozycji.

– Jakie są potencjalne ryzyka i powikłania związane z operacjami kardiochirurgicznymi? W jaki sposób możemy je zminimalizować?

– Na chwilę obecną, większość zabiegów z dostępem minimalnie inwazyjnym, wykonywanych w trybie planowym, kiedy możemy dobrze przygotować pacjenta i dobrze znamy jego przebieg choroby, jest związana z niewielkim ryzykiem. Jest ono znacznie niższe niż gdyby tę wadę tylko obserwować i zachowawczo leczyć. Rozwój kardiochirurgii przez ostatnie 20 lat jest bardzo znaczny. Przez ostatnie lata „nauczyliśmy się” chirurgii serca, wiemy czego unikać i jakich reguł przestrzegać. Do tego rozwoju przyczyniła się nowa technologia, lepsze monitorowanie chorego, jak chociażby przy użyciu echokardiografii przezprzełykowej śródoperacyjnej. W leczeniu pacjenta mamy już do dyspozycji obraz 3D, który bardzo nas wspomaga. Każdy zabieg związany z wymianą czy rekonstrukcją zastawki rozpoczyna się wykonaniem bardzo dokładnego badania przezprzełykowego. Takie działanie pozwala uzyskać informację o budowie zastawki i o tym jak ona działa oraz na czym polega jej patologia. Kiedy dostają od pacjentów pytanie na temat bezpieczeństwa czy ryzyka powikłań, odpowiadam im z pełnym przekonaniem i odpowiedzialnością, że jest to najbardziej dopracowany i zręcznie wykonany zabieg, z ryzykiem na najmniejszym możliwym poziomie.



– Czy kardiochirurgia może być stosowana jako leczenie zapobiegawcze, a nie tylko reaktywne w przypadku pewnych schorzeń?

– Na chwilę obecną, z licznych metaanalizywnych prac, wiadomo, że pozostawienie u chorego takiej nawet bezobjawowej niedomykalności zastawki mitralnej istotnej echokardiograficznie powoduje śmiertelność pięcioletnią w granicach od 8 do 14%, podczas gdy ryzyko operacyjne to zaledwie 1%. Bazując na tym, że potrafimy obecnie skutecznie i trwale leczyć chirurgicznie zastawkę, warto robić zabiegi wcześniej, kiedy pacjent nie ma jeszcze mocno zarysowanych objawów. W tej sytuacji możemy uniknąć uszkodzenia lewej komory (sferyczna przebudowa), co w efekcie końcowym daje inwalidztwo sercowe, zmniejsza kurczliwość mięśnia sercowego lewej komory, doprowadza do uszkodzenia wtórnie zastawki trójdzielnej, zaburza rytm w postaci migotania przedsionków. Taki rozдутy lewy przedsionek na skutek niedomykalności zastawki mitralnej

jest znacznie bardziej skłonny do rozwinięcia migotania przedsionków. Cały proces może doprowadzić do niebezpiecznej sytuacji w postaci uszkodzenia funkcji serca oraz do powikłań zakrzepowo-zatorowych, tj. udaru mózgu.

– Jak wygląda rehabilitacja i okres rekonwalescencji po zabiegach małoinwazyjnych?

– Pobyt okołoperacyjny w naszym ośrodku trwa tydzień. Pacjent jest samodzielny w poruszaniu się w trzeciej dobie od zabiegu. Po wykonanym zabiegu proponujemy, aby chory skorzystał z 3-tygodniowego pobytu w sanatorium, w Ustroniu. Bardzo często mamy pacjentów z dalszych części Polski, zatem bliska odległość sanatorium od naszego ośrodka, pozwala nam na większą kontrolę stanu zdrowia pacjenta. Kolejny miesiąc to już czas na to, aby zapomnieć o tym, że było się operowanym.

– Co Panu Doktorowi pomaga w codziennej pracy z pacjentem?

– To co mi pomaga w największym stopniu, to niezwykle zgrany, dobrze dobrany i dopasowany zespół współpracowników. Zabiegi wykonywane od 2011 r. pomogły nam zbudować doświadczoną grupę anestezjologów, perfuzjonistów, pielęgniarek anestezjologicznych, pielęgniarek instrumentariuszek, rehabilitantek. Trudno byłoby znaleźć bardziej życzliwe i oddane pracy panie pielęgniarki, niż nasze, co często podkreślają pacjenci. Dzięki tym wszystkim osobom i ich profesjonalnemu podejściu do pracy, pacjenci mają się dobrze.

– Czy studenci dziś chętnie wybierają specjalizację kardiochirurgii?

– Ze względu na długą ścieżkę dochodzenia do samodzielności w zawodzie kardiochirurga, odsetek wyboru tej specjalizacji niestety nie jest znaczny. Profesor Friedrich Mohr z Kliniki Kardiochirurgii w Lipsku, u którego robiłem specjalizację i współpracowałem z nim kilka lat, zwykł był mówić, że jest to 10000 godzin dodatkowego zaangażowania, aby osoba rozpoczynająca pracę osiągnęła poziom samodzielnego operatora. Jeśli ktoś już wybierze ten kierunek rozwoju zawodowego, to w przyszłości będą to lekarze absolutnie zaangażowani i poświęceni tej dziedzinie. Aby wykonywać tę pracę i mieć z niej radość, trzeba ją kochać – wówczas nie czuje się, że jest to ciężka praca.

– Największe wyzwania dla polskiej kardiochirurgii na najbliższe lata?

– Patrząc na niski procent wyboru tej specjalizacji, wydaje się, że najważniejszym wyzwaniem będzie pozyskanie nowych adeptów tej dziedziny. Ze względu na to, że kardiochirurgia będzie stawała się coraz mniej inwazyjna, będzie trzeba zadbać o nowy poziom współpracy z kardiologami. Wprowadzenie nowych technik operacyjnych, które będą jeszcze mniej inwazyjne niż te, które w tej chwili wykonujemy. To wyzwania na najbliższe lata. Profesor Andrzej Bochenek mawia, że kardiologowie stają się coraz bardziej inwazyjni, a my kardiochirurdzy coraz mniej inwazyjni. Pewnie spotkamy się gdzieś w pół drogi.

– Dziękujemy za wywiad.

Rezonans magnetyczny serca – wybrane aspekty

Adrian Truszkiewicz i David Aebisher

Rezonans magnetyczny to nieinwazyjna metoda diagnostyczna, która w ostatnich latach rozwija się bardzo dynamicznie. W przypadku badań serca można przy jej pomocy dokonać oceny mięśnia sercowego w sposób niedostępny dla innych modalności. Rezonans magnetyczny serca (CMR) pozwala na ocenę morfologiczną strefy zawału mięśnia sercowego, zmiany w mikrokrążeniu (MVO) czy też martwicę mięśnia. CMR stanowi doskonałe narzędzie do oceny parametrów objętościowych serca, pozwala obrazować obszar zastawek, jak również masę mięśnia i funkcję skurczową [1]. Znajduje zastosowanie w chorobach zapalnych i niedokrwienych serca oraz kardiomiopatiach.

Analizując światowe doniesienia z zakresu CMR, widać wyraźnie ciągły wzrost pozycji literaturowych z tego zakresu. W chwili pisania niniejszego opracowania baza danych PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) w odpowiedzi na zapytanie o treści „cardiovascular resonance magnetic” zawierała ponad 81 tys. pozycji. To pokazuje, iż technika CMR posiada ogromny potencjał w diagnostyce centralnego narządu układu krwionośnego. Postęp w rozwoju systemów rezonansu magnetycznego, nowe sekwencje oraz obrazowanie równoległe przyczyniły się znacznie do poprawy obrazowania parametrycznego T1 i T2 [2]. W 2016 roku Europejskie Towarzystwo Kardiologiczne opublikowało wytyczne dotyczące CMR i jego zastosowań klinicznych [3]. Od tamtego czasu instytucja ta wydała 28 nowych i zaktualizowanych wytycznych odnoszących się do badań CMR. W pozycji literaturowej [4] autorzy dokonali kompleksowego podsumowania tych opracowań. Na liście wytycznych znalazło się wiele jednostek chorobowych, m.in. komorowe zaburzenia rytmu i nagła śmierć sercowa, ocena układu sercowo-naczyniowego, kardiopatia, nadciśnienie płucne, niewydolność serca, wrodzone wady serca, choroba tętnic obwodowych, choroby aorty oraz inne. W podsumowaniu przywołanej pracy autorzy zwracają uwagę, iż CMR jest cennym narzędziem diagnostycznym w wytycznych ESC odnośnie chorób serca.



W 2023 roku ukazał się zaktualizowany obszerny dokument [15], zredagowany przez dużą liczbę autorów z wielu ośrodków uniwersyteckich, mówiący o obrazowaniu przepływów w sercu i naczyniach krwionośnych - 4D Flow CMR. Celem tego dokumentu jest pomoc osobom zajmującym się tym rodzajem diagnostyki. Dodatkowo określa on minimalne standardy zapewniające jakość obrazowania oraz zawiera zalecenia standardów publikacji w tym zakresie. Przywołana tutaj pozycja literaturowa prezentuje informacje pozwalające zintegrować 4D Flow CMR z pracą kliniczną. Zawiera również opisy dostępnych obecnie sekwencji wraz z wybranymi aspektami ważnymi przy ich wyborze w diagnostyce.

Wskazania do CMR

Klasa I – grupa chorób, w których rezonans powinien być metodą obrazowania pierwszego rzutu: wady wrodzone serca, diagnostyka ChNS oraz dużych naczyń, kardiomiopatie, diagnostyka guzów serca, jak również ocena masy i funkcji komór.

Klasa II – grupa schorzeń, w których informacje można uzyskać, stosując inne metody obrazowania. Przykładem takich schorzeń są: choroby dużych naczyń, wady wrodzone u dzieci, diagnostyka ChNS, choroby osierdza.

Klasa III – wskazania, w których istnieją alternatywne metody, np. ocena zastawek, płynu w worku osierdziowym oraz ocena naczyń wieńcowych.

Klasa IV – w tej grupie rezonans magnetyczny nie ma zastosowania. Badania eksperymentalne prognozują, iż w przyszłości metoda ta będzie miała szersze zastosowanie, np. w zatorowości płucnej.

Przeciwwskazania do CMR

Przeciwwskazaniami do badania serca metodą rezonansu magnetycznego są:

- rozrusznik serca lub kardiodefibrylator (z uwagami w treści poniżej),
 - implantacja stentu (6 tygodni od zabiegu),
 - ciała obce – metaliczne,
 - brak współpracy po stronie pacjenta,
 - klaustrofobia,
 - zaburzenia rytmu serca w postaci dodatkowych pobudek komorowych i nadkomorowych,
 - niemiernowa praca serca uniemożliwiająca bramkowanie – migotanie przedsionków,
 - ostry zespół wieńcowy,
 - nadciśnienie tętnicze – ponad 200/100 mmHg.
- Pierwsze pięć przeciwwskazań dotyczy ogólnie badań

MR, natomiast cztery ostatnie są ograniczone tylko do badań serca [7]. Pewnego uściślenia wymaga przeciwwskazanie dotyczące rozruszników i kardiodefibrylatorów. Nowoczesne urządzenia służące tym zastosowaniom posiadają możliwość badania w systemach rezonansu magnetycznego. Należy przy tym jednoznacznie powiedzieć, iż muszą one być nieaktywne w czasie badania. Realizowane jest to przez lekarza nadzorującego poprzez odpowiednie prze-programowanie urządzenia. Należy dodać, iż dostępne są urządzenia wykrywające silne pola magnetyczne – takie jak w systemach MR – przełączające się w stan nieaktywny w sposób automatyczny. Po zakończeniu badania urządzenie z powrotem ulega automatycznemu przełączeniu do stanu aktywnego. Takie przełączenie może nastąpić również po określonym czasie, np. od 6 do 24 godzin, w zależności od modelu urządzenia.

W czasie badania serca, w sytuacji gdy pacjent posiada wszczepiony implant je stymulujący, musi on być monitorowany z użyciem monitora funkcji życiowych lub pulsoksymetru. Przełączenie stymulatora w tryb umożliwiający prowadzenia badań MR powoduje, iż nie wykrywa on zmian w rytmie serca, a co za tym idzie nie może realizować przynależnych mu zadań. Konieczny jest zatem dostęp do defibrylatora zewnętrznego. Ważne jest, aby obsługa pracowni rezonansu magnetycznego była zapoznana z informacją o typie urządzenia, jakie posiada pacjent.

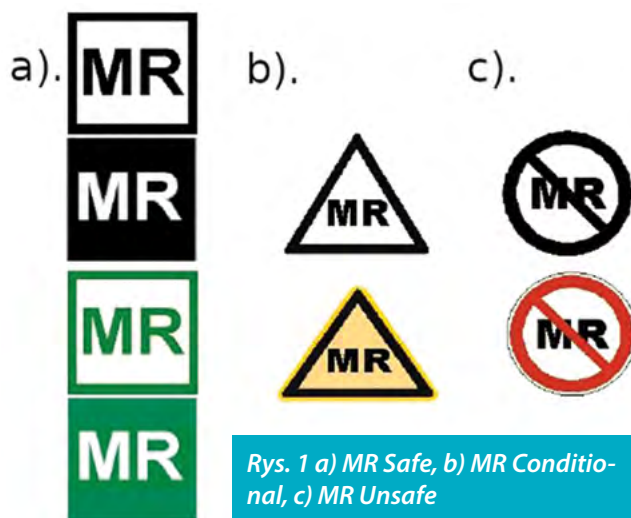
Badanie CMR

Badanie serca nie wymaga szczególnego przygotowania ze strony pacjenta. Konieczne jest jednak, aby pacjent nie spożywał posiłku na ok. 2 godziny przed samym badaniem oraz posiadał wynik badania poziomu kreatyniny w krwi. Wynik ten powinien zawierać się w granicach normy. Jest to ważne z punktu widzenia potrzeby podawania kontrastu, ponieważ część badania wykonywana jest z udziałem wzmocnienia środkiem kontrastowym. Sekwencje mapowania T1 i T2 nie wykorzystują środków kontrastujących. Ich podanie zakłóciłoby wręcz wynik badania z uwagi na zmianę czasu relaksacji badanych struktur, ponieważ wynikiem mapowania T1 i T2 są wartości tych czasów wyrażone w milisekundach. Samo badanie wykonuje się przy wykorzystaniu sygnału bramkującego EKG oraz cewki do badania klatki piersiowej i brzucha. Ważna jest dobra współpraca pacjenta z personelem realizującym badanie. Dla dobrego wykonania badania pacjent musi reagować na polecenia wstrzymania oddechu. Związane jest to z ruchem klatki piersiowej w czasie wykonywania sekwencji. Brak współpracy negatywnie wpływa na jakość badania, a nawet może je zniweczyć.

Bezpieczeństwo w MR

Pracownia rezonansu magnetycznego jest miejscem, w którym jest obecne silne pole magnetyczne stanowiące potencjalne niebezpieczeństwo zarówno dla pacjenta, jak również personelu. Ze względu na fakt, iż ogromna część systemów MR wykorzystuje magnesy nadprzewodzące w swej konstrukcji, niebezpieczeństwo to występuje w sposób ciągły nawet wówczas, kiedy system nie wykonuje badań, czy też wydaje się być wyłączonym (brak świe-

cenia ekranów, kontrolek systemowych itd.). Konieczne jest zatem przestrzeganie określonych tam zasad. Generalnie nie wolno wprowadzać do klatki Faradaya żadnych metalowych elementów czy też urządzeń nieprzeznaczonych do pracy w środowisku rezonansu magnetycznego. Pod żadnym pozorem nie wolno wjeżdżać łózkami lub



wózkami, będącymi standardowym wyposażeniem szpitalnym czy też wnosić np.: butli z tlenem, które najczęściej są stalowe. Grozi to przyciągnięciem takiego przedmiotu do magnesu z bardzo dużą siłą i stworzeniem niebezpieczeństwa wręcz dla życia zarówno personelu, jak i pacjentów. Wszelkie urządzenia takie jak respiratory, aparaty do znieczuleń, monitory funkcji życiowych, pompy infuzyjne muszą być dostosowane do prac w pomieszczeniach MR i z systemami rezonansu magnetycznego o określonym polu. Każde takie urządzenie posiada odpowiednie oznaczenie i tylko takie urządzenia wolno wprowadzać do pomieszczenia klatki Faradaya.

Rys. 1 prezentuje oznaczenia kompatybilności urządzeń i materiałów ze środowiskiem rezonansu magnetycznego.

Za urządzenie bezpieczne – oznaczone znakami przedstawionymi na rys. 1a) uznaje się takie, które nie są magnetyczne, nie są metaliczne oraz nie przewodzą prądu elektrycznego. Przykładem takiego materiału są plastiki. Drugą grupę urządzeń oznaczonych na rys. 1b) trójkątem z literami MR określa się urządzeniami bezpiecznymi warunkowo, tzn. są one bezpieczne pod pewnymi warunkami i w określonych zastosowaniach. Ta grupa urządzeń opisywana jest szeregiem parametrów i warunków, które należy spełnić, aby używanie ich w rezonansie magnetycznym było możliwe. Określa się dla nich najczęściej wartość natężenia pola magnetycznego – tutaj należy dodać, iż urządzenia dopuszczone do pracy w polu 1,5 T mogą już nie mieć dopuszczenia w polu 3 T. Dodatkowo określa się szybkości zmian pola magnetycznego, wartość SAR, czy też gradient przestrzenny pola, jak również moc fali częstotliwości radiowej. Dane te powinny znaleźć się w dokumencie dołączonym do urządzenia. Dokument ten powinien zawierać również dane dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej, indukowanych napięciach i prądach, możliwym wzroście temperatury [14].

Trzecia grupa to urządzenia, które w żaden sposób nie powinny być wnoszone do klatki Faradaya, ze względu na ►

niebezpieczeństwo wynikające z możliwości ich gwałtownego przemieszczenia w kierunku magnesu, uszkodzenia lub zakłócenia badania.

W odniesieniu do urządzeń stymulujących pracę serca to należy pamiętać, iż są to skomplikowane urządzenia elektroniczne zawierające w swej konstrukcji systemy mikroprocesorowe zasilane z baterii wraz z układami analogowymi rejestrującymi sygnały pracy serca, których poziom określany jest w miliwoltach. Takie urządzenia są zawsze podatne na zakłócenia pochodzące ze źródeł elektromagnetycznych. Wbrew powszechnej opinii takimi systemami, w tym przypadku, są również systemy rezonansu magnetycznego. Stałe pole magnetyczne wprawdzie nie wpływa na generowanie dodatkowych napięć zakłócających, jednakże w pracy MR występuje fala elektromagnetyczna o częstotliwości radiowej oraz zmienne gradienty pola magnetycznego, konieczne do prowadzenia badania. Częstotliwość fali elektromagnetycznej dla systemów o indukcji 1,5 T wynosi około 63,88 MHz, natomiast dla 3 T wartość częstotliwości to około 127 MHz. Dodatkowo zmienne pole magnetyczne pochodzące od zmieniających się ze stosunkowo dużym nachyleniem gradientów może wygenerować dodatkowe sygnały zakłócające w urządzeniu. Wielkość tych napięć jest uzależniona od szybkości zmian pola magnetycznego w obszarze badania i rośnie wraz ze wzrostem szybkości i poziomu tych zmian.

Obecność metalicznych ciał obcych w ciele pacjenta jest źródłem artefaktów i zakłóceń na obrazie badanego obszaru, które muszą być brane pod uwagę przy analizie badań.

Dodatkowo w środowisku MRI mogą wystąpić następujące możliwe zdarzenia niepożądane związane z urządzeniami wszczepionymi:

- nagrzewanie bieguna elektrody i uszkodzenia tkanki, które powodują utratę wykrywania, brak stymulacji lub jedno i drugie;
- nagrzewanie urządzenia powodujące uszkodzenie tkanki w loży implantu, dyskomfort pacjenta lub jedno i drugie;
- wzbudzenie elektrod przez aparat MR prowadzące do ciągłego pobudzenia, częstoskurczu komorowego/migotania komór, zapaści hemodynamicznej lub wszystkich trzech zdarzeń;
- uszkodzenie urządzenia lub elektrod, które zaburza detekcję i leczenie arytmii, co prowadzi do niewłaściwego leczenia schorzeń pacjenta;
- utrata funkcjonalności lub integralności mechanicznej urządzenia, a w konsekwencji utrata zdolności komunikacji urządzenia z programatorem;
- przemieszczenie albo wibracje urządzenia lub elektrod powodujące ich przemieszczenie;
- potencjalne wywołanie częstoskurczu komorowego/migotania komór, gdy urządzenie działające w trybie MRI jest zaprogramowane do pracy w trybie stymulacji asynchronicznej.

Powyższa lista działań niepożądanych przytoczona została na podstawie instrukcji technicznej urządzenia stymulującego produkowanego przez jednego z głównych producentów tychże urządzeń [13].

Wybrane przykłady zastosowań obrazowania parametrycznego

W ostatnich latach nastąpił postęp w obrazowaniu parametrycznym. Określanie wartości czasów relaksacji podłużnej T1 oraz poprzecznej T2 dało lekarzom całkiem nowe narzędzie w diagnostyce schorzeń nie tylko mięśnia sercowego. Te kolorowe obrazy pozwalają na pokazywanie badanych struktur i przypisywanie poszczególnym pikselom wartości liczbowych. Wartości te określają czasy relaksacji w jednostkach czasu – milisekundach. To z kolei pozwala na porównywanie badań, co było do tej pory trudne, a często niemożliwe. Z fizycznego punktu widzenia czas relaksacji podłużnej T1 to czas, po którym składowa pola magnetycznego równoległa do linii sił tego pola osiągnęła wartość 63% wartości maksymalnej. Generalnie relaksacja T1 to zjawisko, w którym namagnesowanie wraca do wartości początkowej, zaś wartość czasu T1, wyrażona w milisekundach, to stała czasowa tego zjawiska. Czas T1 jest zależny od wielu czynników m.in. temperatury czy też wartości pola magnetycznego B_0 .

Relaksacja T2 to zjawisko zaniku składowej M_{xy} w wyniku utraty koherencji ruchu spinów. Czas T2 analogicznie do czasu relaksacji podłużnej to wartość stałej czasowej tego zjawiska. On również jest podawany w milisekundach. Czas relaksacji poprzecznej T2 jest czasem wymaganym, aby namagnesowanie poprzeczne spadło do 37% wartości początkowej.

Przywołane tutaj dwie wartości procentowe nie są przypadkowe. Krzywe opisujące zmiany wartości namagnesowania mają charakter wykładniczy zgodny z poniższym opisem:

$$M_z = M_0 (1 - e^{-(t/T1)}) \quad M_{xy} = M_0 e^{-(t/T2)} \quad (1)$$

Analizując powyższe równania (1) dla M_z widać, iż zrównanie się czasu t z czasem T1 powoduje, iż wykładnik potęgi jest równy wartości „-1”, a więc wyrażenie w nawiasie przyjmuje wartość przybliżoną 0,6321 – około 63%. Podobnie ma się rzecz z wartością M_{xy} , gdzie czas t równy czasowi T2 powoduje, iż wartość M_0 mnożona jest przez czynnik 0,3679, co w przybliżeniu odpowiada wartości 37% wartości początkowej. Niniejsze opracowanie nie służy prezentacji czasów relaksacji, dlatego też zagadnienie zostało tylko zasygnalizowane i uprasza się Szanownego Czytelnika do sięgnięcia do bogatej literatury tematu [5,6].

Badania, których wynikiem są parametryczne mapy T1 oraz T2, stały się nowymi metodami ilościowego określania zmian w mięśniu sercowym. Należy dodać, iż badania te przeprowadzane są bez użycia środków cieniujących. Poniżej przedstawionych zostanie kilka wybranych badań jednostek chorobowych, jakie zostały opublikowane w piśmiennictwie jako przykłady obrazowania parametrycznego.

W pracy [8] autorzy dokonali analizy pacjentów z zapaleniem osierdzia. We wstępie do artykułu autorzy podkreślają, iż zapalenie osierdzia ma wiele przyczyn i stanowi trudność diagnostyczną, pomimo rozwoju metod diagnostycznych. Przebadali oni 25 osób, używając systemu rezonansu magnetycznego o indukcji 1,5 T oraz wykonując badanie T1-zależne, T2-zależne, jak również mapowanie T1/T2. W podsumowaniu stwierdzają oni, iż mapowanie T1 i T2 wykazuje podwyższone wartości czasów relaksacji. Dodatkowo zauważyli, iż mapowanie to pozwala na uła-

twienie rozpoznania zapalenia osierdza w przypadku, gdy obrazowanie T1-zależne i T2-zależne jest niejednoznaczne. Wysokie wartości czasów T1 występują w przypadku włókienienia mięśnia sercowego, zaś niższe są skutkiem obecności lipidów i żelaza. Mapy rozkładu czasu T2 pozwalają na wykrywanie obrzęku mięśnia sercowego. Obrazowanie to jest pomocne również w przypadku osób z przeciwwskazaniami do podania środka cieniującego. CMR daje bardzo dobre wyniki w przypadku diagnozowania amyloidozy serca [9].

Mapowanie T1 i T2 znajduje również zastosowanie w chorobie nowotworowej mięśnia sercowego. Generalnie należy stwierdzić, iż guzy serca są bardzo rzadkie. Przykładem zastosowania obrazowania parametrycznego może być praca zespołu badawczego, której wynikiem jest artykuł w pozycji [10] bibliografii. W badaniu wzięło udział 80 pacjentów ze zmianami nowotworowymi oraz 50 zdrowych pacjentów. W badaniu wykorzystano system MR o indukcji 3 T. W wynikach badacze stwierdzają u pacjentów z pierwotnymi nowotworowymi zmianami złośliwymi w sercu, istotnie wyższe średnie wartości czasu relaksacji podłużnej T1 mięśnia sercowego. Czas ten wynosił $1360 \pm 61,4$ ms, natomiast u pacjentów z łagodnymi zmianami wynosił $1259,7 \pm 46,2$ ms. Czas relaksacji podłużnej T1 w grupie kontrolnej wynosił 1206 ± 44 ms. Analizując sam obszar guza, badacze stwierdzili, iż czasy T1 i T2 wynosiły odpowiednio dla pierwotnego guza złośliwego: 1627 ± 410 ms i 63 ± 34 ms. Natomiast dla guzów łagodnych czasy te wynosiły odpowiednio: 1684 ± 450 ms oraz 59 ± 25 ms. Duża niejednorodność grup uniemożliwiła stwierdzenie istotnych różnic międzygrupowych. Badanie to wprowadziło nie pozwoliło na odróżnienie guzów złośliwych oraz łagodnych na podstawie map T1 i T2, ale pokazało, iż pacjenci z guzami pierwotnymi wykazywali wyższe wartości T1 mięśnia sercowego od pacjentów ze zmianami łagodnymi. Autorzy zwracają uwagę na rzadkość występowania tego nowotworu oraz potrzebę rozszerzenia badań w tym zakresie i podjęcie wspólnych prac w tym kierunku.

Częstym powikłaniem choroby COVID-19 jest uszkodzenie mięśnia sercowego. Do najczęściej opisywanych należą: zapalenie, zawał, niewydolność mięśnia sercowego, kardiomiopatia stresowa, arytmia i wstrząs kardiogeny. Powikłania te obserwuje się u 8-12% wszystkich pacjentów [11]. Tutaj również rezonans magnetyczny posiada ogromny potencjał w zakresie diagnostyki. Ta nieinwazyjna metoda i jej możliwości w mapowaniu czasu relaksacji T1 i T2* pozwala na ocenę mięśnia sercowego. Obrazowanie parametryczne T2* jest techniką nieinwazyjną pozwalającą na np. identyfikację gromadzenia się żelaza w mięśniu sercowym w wyniku przebiegu dziedzicznej hemochromatozy, niedokrwistości sierpowatokrwinkowej czy też talasemii [12]. W przywołanej tutaj pozycji literaturowej dokonano obszernego omówienia mapowania T2* wraz z zastosowaniami klinicznymi tej nieinwazyjnej metody.

Wnioski

Rezonans magnetyczny to doskonałe wręcz narzędzie do prowadzenia diagnostyki z zakresu chorób serca. Pozwala odpowiedzieć na szereg pytań zarówno o morfologię serca, jak również funkcję komór. Ciągły rozwój tej metody diagnostycznej przyczyni się zapewne do poprawy

wartości diagnostycznych badań serca. CMR ma również swoje wady, do których należy zaliczyć koszt badania oraz czas potrzebny do przeprowadzenia diagnostyki.

Użyte skróty

4D Flow CMR – czterowymiarowe obrazowanie przepływu metodą rezonansu magnetycznego,
ChNS – choroby niedokrwienne serca,
CMR – rezonans magnetyczny serca,
ESC – (European Society of Cardiology) Europejskie Towarzystwo Kardiologiczne,
MR – rezonans magnetyczny,
MVO – (ang. *microvascular obstruction*) upośledzenie mikrokrażenia,
SAR – (ang. *Specific Absorption Rate*) współczynnik absorpcji,
T1 – czas relaksacji podłużnej,
T2 – czas relaksacji poprzecznej,

Literatura

- Małek Ł. A., Śpiewak M., Miśko J. Rezonans magnetyczny serca w ostrych zespołach wieńcowych, *Post Kardiol Interw* 2011; 7, 1 (23): 68-71, DOI: 10.5114/pwki.2011.21192.
- Seetharam K, Lerakis S. Cardiac magnetic resonance imaging: the future is bright. *F1000Res*. 2019 Sep 13;8:F1000 Faculty Rev-1636. doi: 10.12688/f1000research.19721.1. PMID: 31543951; PMCID: PMC6745761.
- Von Knobelsdorff-Brenkenhoff F, Schulz-Menger J. Role of cardiovascular magnetic resonance in the guidelines of the European Society of Cardiology. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2016 Jan 22;18:6. doi: 10.1186/s12968-016-0225-6. PMID: 26800662; PMCID: PMC4724113.
- von Knobelsdorff-Brenkenhoff F, Schulz-Menger J. Cardiovascular magnetic resonance in the guidelines of the European Society of Cardiology: a comprehensive summary and update. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2023 Jul 24;25(1):42. doi: 10.1186/s12968-023-00950-z. PMID: 37482604; PMCID: PMC10364363.
- Bloch F. Nuclear induction. *Phys Rev* 1946; 70:460-474,1946.
- Goldman M. Formal theory of spin-lattice relaxation (pdf). *J Magn Reson* 2001; 149:160-187.
- Michalak J.M., Zawadzki M., Walecki J. Rezonans magnetyczny w kardiologii. *Choroby Serca i Naczyni* 2005, tom 2, nr 3, 142–148.
- Gastl M, Sokolska JM, Polacin M, Gotschy A, von Spiczak Brzezinski J, Alkadhi H, Kozierke S, Manka R. Parametric mapping CMR for the measurement of inflammatory reactions of the pericardium. *Open Heart*. 2022 May;9(1):e001919. doi: 10.1136/openhrt-2021-001919. PMID: 35618324; PMCID: PMC9137334.
- Saad, J.M., Ahmed, A.I., Han, Y. et al. Cardiovascular magnetic resonance for suspected cardiac amyloidosis: where are we now?. *Heart Fail Rev* 27, 1543–1548 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10741-022-10226-w>.
- Yue P, Xu Z, Wan K, Tan Y, Xu Y, Xie X, Mui D, Yi C, Han Y, Chen Y. Multiparametric mapping by cardiovascular magnetic resonance imaging in cardiac tumors. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2023 Jun 22;25(1):37. doi: 10.1186/s12968-023-00938-9. PMID: 37349765; PMCID: PMC10286406.
- Ozkok S, Ciftci HO, Keles N, Karatas M, Parsova KE, Kahraman E, Durak F, Pekkan K, Kocogullari CU, Yiyit N. Cardiac magnetic resonance T2* mapping in patients with COVID-19 pneumonia is associated with serum ferritin level? *Int J Cardiovasc Imaging*. 2023 Apr;39(4):821-830. doi: 10.1007/s10554-022-02784-9. Epub 2022 Dec 21. PMID: 36542216; PMCID: PMC9768776.
- Triadyaksa P, Oudkerk M, Sijens PE. Cardiac T2 * mapping: Techniques and clinical applications. *J Magn Reson Imaging*. 2020 Nov;52(5):1340-1351. doi: 10.1002/jmri.27023. Epub 2019 Dec 14. PMID: 31837078; PMCID: PMC7687175.

13. Instrukcja techniczna magnetycznego rezonansu jądrowego (MRI), Układy stymulujące Advisa MRI™ i Ensura MRI™ SureScan Dwu- i jednojamowe układy stymulujące SureScan, warunkowo bezpieczne w badaniach MR, z elektrodami SureScan. plik: MAPS ID:502233-018, 2016 Medtronic M961524A017 B, 2016-03-04.
14. Sokół M., Waligórski M., Wicher M., Walecki J. Bezpieczeństwo w pracowni rezonansu magnetycznego, Inżynier i Fizyk Medyczny 3/2016 vol. 5, s.109-118.
15. Bissell MM, Raimondi F, Ait Ali L, Allen BD, Barker AJ, Bolger A, Burris N, Carhäll CJ, Collins JD, Ebbers T, Francois CJ, Frydrychowicz A, Garg P, Geiger J, Ha H, Hennemuth A, Hope MD, Hsiao A, Johnson K, Kozerke S, Ma LE, Markl M, Martins D, Messina M, Oechtering TH, van Ooij P, Rigsby C, Rodriguez-Palomares J, Roest AAW, Roldán-Alzate A, Schnell S, Sotelo J, Stuber M, Syed

AB, Töger J, van der Geest R, Westenberg J, Zhong L, Zhong Y, Wieben O, Dyverfeldt P. 4D Flow cardiovascular magnetic resonance consensus statement: 2023 update. J Cardiovasc Magn Reson. 2023 Jul 20;25(1):40. doi: 10.1186/s12968-023-00942-z. PMID: 37474977; PMCID: PMC10357639.

mgr inż. Adrian Truszkiewicz,
Dr hab. n. med. David Aebisher, prof. UR

Zakład Fotomedycyny i Chemii Fizycznej, Kolegium Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski

Innowacyjne rozwiązania, nowi inwestorzy i Konferencja Fundacji Podaruj Dobro

Poznaj Targi Rehabilitacji i Fizjoterapii

Targi Rehabilitacji i Fizjoterapii to międzynarodowy event branżowy, łączący ze sobą otwartość na inwestycje, networking, innowacje i edukację. Wydarzenie odbędzie się w dniach 27-29 września 2023 roku w Ptak Warsaw Expo. Będzie to jego trzydziesta edycja.

Są wydarzenia branżowe, których nie może zabraknąć na eventowej scenie Polski. Jednym z nich są Targi Rehabilitacji i Fizjoterapii, które odbywają się w Ptak Warsaw Expo. W dniach 27-29 września 2023 roku uczestnicy będą mogli wziąć udział w już trzydziestej edycji imprezy! Ciągle obecność wydarzenia w kalendarzach i jego rosnąca popularność to dowód na to, że cechuje się ono wysoką jakością, skutecznością w łączeniu biznesu i stanowi nieodzowny punkt dla rozwoju w branży.

Branża rehabilitacji i fizjoterapii się rozwija, ale wciąż można ten rozwój przyspieszyć

Ostatnie lata są okresem dynamicznych zmian dla sektora rehabilitacji i fizjoterapii. Z jednej strony coraz więcej w nim innowacji, zmienia się podejście do pacjenta i jednocześnie metody leczenia są coraz skuteczniejsze. Z drugiej fizjoterapeuta to jeden z najbardziej pożądaných przez rynek zawodów w związku z tym, że wystąpił deficyt specjalistów. Dodatkowo, wiele mówi się o przeprowadzanych w sektorze prawnych reformach, które bezpośrednio oddziałują na branżę. Sektor tym bardziej potrzebuje miejsca do dialogu, porównania najkorzystniejszych rozwiązań i zacieśniania biznesowych relacji. Są nim Targi Rehabilitacji i Fizjoterapii w Ptak Warsaw Expo.

Międzynarodowa odsłona Targów Rehabilitacji i Fizjoterapii

Jednym ze sposobów pozyskania klientów jest monitoring nowych rynków. Targi Rehabilitacji i Fizjoterapii to doskonała do tego okazja. Poprzednia edycja wydarzenia przyciągnęła wystawców i odwiedzających z ośmiu krajów



Europy! Tym razem ich prognozowana liczba jest jeszcze wyższa.

Otwarcie uczestników na międzynarodowe kontraktacje możliwe jest między innymi dzięki lokalizacji Ptak Warsaw Expo. To centralny punkt eventowy Starego Kontynentu. Obiekty umieszczone są w centralnym szlaku handlowym, łączącym wschód kontynentu z zachodem.

Konferencja Fundacji Podaruj Dobro na Targach Rehabilitacji i Fizjoterapii

Konferencja Fundacji Podaruj Dobro na Targach Rehabilitacji i Fizjoterapii odbywać się będzie przez trzy dni wydarzenia. Podczas pierwszego z nich cenieni eksperci i liderzy sektora pochylią się nad tematyką protetyki (między innymi powrotu do modelu protezowania i natychmiastowej rehabilitacji, bólu fantomowego, amputacji i konieczności protezowania inwalidów wojennych), a także geriatry („Rehabilitacja geriatryczna jako nowy kierunek rehabilitacji i potrzeba współczesnego świata”). Drugi dzień targów poświęcony zostanie pediatrii, a konkretnie rehabilitacji pediatrycznej, wczesnej diagnostyce neurorozwojowej, egzoszkieletowi dzieci czy zaburzeniom i integracji sensorycznej. Nie zabraknie również prelekcji z zakresu rehabilitacji ręki. Ostatniego dnia Targów Rehabilitacji i Fizjoterapii odbędą się warsztaty praktyczne Fundacji Podaruj Dobro.

Tak skonstruowana część edukacyjna wydarzenia pozwoli poznać nowe perspektywy, innowacje i trendy, a także pomoże być jeszcze skuteczniejszym w leczeniu pacjenta.

Odwiedź trzydziestą edycję Targów Rehabilitacji i Fizjoterapii w Ptak Warsaw Expo!

Zostań wystawcą: <https://targirehabilitacja.pl/oferta/>
Zarejestruj się: <https://targirehabilitacja.pl/rejestracja/>

INFO PRASOWE

Kompleksowa rehabilitacja obrzęku limfatycznego

Maciej Kawoń, Grzegorz Mańko

Szacuje się, że na świecie obrzękiem limfatycznym dotkniętych jest od 140 do 200 milionów ludzi. W Europie i krajach wysokorozwiniętych główną przyczyną obrzęków limfatycznych są powikłania w przebiegu leczenia operacyjnego (głównie nowotworów sutka i gruczołu krokowego), a także urazowe uszkodzenia naczyń limfatycznych. Najczęściej obrzęki obserwuje się po urazowych uszkodzeniach węzłów chłonnych, radioterapii i zabiegach chirurgicznych limfadenektomii.

U wielu pacjentów z chorobą nowotworową stan obrzęku rozwija się miesiącami, a nawet latami po zakończeniu terapii. Wystąpienie obrzęku limfatycznego może również wiązać się z urazami tkanek lub chorobami, które mogą hamować prawidłowe funkcjonowanie układu limfatycznego.

W krajach wysokorozwiniętych wtórny obrzęk limfatyczny jest najczęściej spowodowany leczeniem chorób nowotworowych. W przypadku raka sutka problem dotyka od 15% do 30% pacjentek po operacyjnym leczeniu i wzrasta do poziomu 89% w przypadku towarzyszącej limfadenektomii. Obrzęk limfatyczny głowy i szyi może być spowodowany operacją lub radioterapią raka języka lub gardła. Może również wystąpić w kończynach dolnych lub w pachwinach po operacji raka okrężnicy, jajnika lub macicy, w których konieczne jest usunięcie węzłów chłonnych lub radioterapia. Często wtórny obrzęk limfatyczny dotyka pacjentów leczonych w przebiegu raka gruczołu krokowego i jader.

Limfadenektomia a leczenie nowotworów

Limfadenektomia jest zabiegiem chirurgicznym polegającym na usunięciu jednej lub więcej grup węzłów chłonnych. Z uwagi na charakterystykę przebiegu choroby nowotworowej limfadenektomia wykonywana jest prawie zawsze podczas leczenia chirurgicznego. Wiele rodzajów nowotworów ma tendencję do szybkiego wywoływania przerzutów do węzłów chłonnych we wczesnym okresie choroby. Szczególnie szybko przerzuty dają nowotwory głowy i szyi, czerniak, rak tarczycy, rak sutka, rak płuc, rak żołądka i rak jelita grubego. Najpowszechniejsze przypadki limfadenektomii to: pachowe usunięcie węzłów chłonnych z powodu raka piersi, radykalne wycięcie węzłów szyjnych w przypadku raka głowy i szyi oraz raka tarczycy, limfadenektomia D2 dla raka żołądka i całkowite wycięcie mezorektalne dla raka odbytnicy.

W przypadku klinicznych etapów I i II raka sutka, usunięcie węzłów chłonnych wykonuje się dopiero po pierwszej



próbie biopsji węzła wartownika. Biopsja węzła wartowniczego może ustalić stopień zaawansowania nowotworu, jeśli węzły chłonne są zajęte.

Zauważalne jest zwiększenie grupy pacjentów w okresie remisji choroby nowotworowej, dla których pierwszoplanowym problemem staje się zmaganie z następstwami leczenia. Obrzęki limfatyczne są przyczyną pogorszenia jakości życia pacjentów, upośledzenia funkcji i marginalizacji w życiu społecznym. Opracowanie indywidualnie dopasowanej strategii leczenia i optymalnego programu rehabilitacji pozwala uzyskać zadowalające efekty terapii.

Diagnostyka obrzęków limfatycznych

Rozpoznanie obrzęku limfatycznego często wykonuje się na podstawie obrazu klinicznego. Pacjenci z przewlekłym obrzękiem limfatycznym zwykle mają powoli postępujący, bezbolesny obrzęk kończyny. Obrzęk pogłębia się we wczesnym stadium, ale zwykle nie narasta w fazie przewlekłej z powodu zmian włóknistych, które wystąpiły w skórze i tkankach podskórnych. Obrzęk charakterystycznie zaczyna się od dystalnego końca kończyny i postępuje proksymalnie. W kończynach dolnych tkanka podskórna nad proksymalnymi paliczkami stóp staje się pogrubiona (pozytywny objaw Stemmera).

We wczesnych stadiach obrzęku limfatycznego skóra może mieć różowo-czerwony kolor i lekko podwyższoną temperaturę z powodu zwiększonego unaczynienia. W fazie przewlekłej skóra staje się zgrubiała i wykazuje obszary nadmiernego rogowacenia. Odzwierciedla to reaktywne zmiany skóry właściwej i naskórka w przewlekłym zapaleniu wywołanym zastojem limfy. Może wystąpić nawracające przewlekłe wypryskowe zapalenie lub przerost skóry. W przeciwieństwie do stanów zastój żylny skóra przez długi czas utrzymuje wyższy poziom nawilżenia i elastyczności. Przewlekłe zastoje limfatyczne (szczególnie, gdy towarzyszy temu przerost limfatyczny i niewydolność zastawek) mogą powodować pojawienie się brodawek lub małych pęcherzyków, które często drenują przejrzysty płyn limfatyczny.

Jedną ze skutecznych metod diagnostycznych jest limfoscintygrafia. Wykonuje się ją przez wstrzyknięcie koloidów z radioaktywnym znacznikiem do śródmiąższowej części dystalnych odcinków kończyn. W kończynach z obrzękiem limfatycznym pozwala wykazywać nienaturalnie powolny lub brak wychwytu znacznika z miejsca iniekcji, obecność skórno-przepływu wstecznego i/lub zmniejszenie lub brak wychwytu w węzłach chłonnych pachowych lub pachwinowych.

Tomografię komputerową można wykorzystać do potwierdzenia lub wykluczenia obecności masy blokującej układ limfatyczny. Służy ona także do anatomicznego określania dokładnej lokalizacji obrzęku. Chociaż jest drogą metodą, może być również stosowana do monitorowania odpowiedzi na terapię poprzez seryjne pomiary pola przekroju poprzecznego i gęstości tkanki. Obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego (MRI) jest użyteczne w ilustrowaniu anatomii węzłów, a także węzłów chłonnych i większych pni limfatycznych w różnych płaszczyznach tkankowych. Czasami MRI jest klinicznie użyteczne w uzupełnianiu wyników obserwowanych przez limfoscintyografię.

Diagnostyka różnicowa

Oceniając pacjenta z obrzękiem kończyn, należy wyeliminować możliwe ogólnoustrojowe etiologie. Choroby układu krążenia, takie jak zastoinowa niewydolność serca, przewlekłe zapalenie osierdzia i niedomykalność zastawki trójdzielnej często powodują pęcznienie obu stron obrzęku kończyny dolnej. Niewydolność wątroby lub nerek, hipoproteinemia, złe odżywianie i zaburzenia endokrynologiczne (obrzęk śluzowaty) mogą również powodować obrzęk kończyn dolnych. Reakcje alergiczne i obrzęk naczynioruchowy są przyczynami ogólnoustrojowymi, które należy wziąć pod uwagę. Niektóre leki, takie jak sterydy, leki hipotensyjne i przeciwzapalne, mogą również powodować obrzęk. W przypadku ostrego lub podostrego jednostronnego obrzęku należy rozważyć zakrzepicę żył głębokich (DVT) ze względu na zwiększoną częstość występowania DVT z niektórymi nowotworami.

Prosty obrzęk żylny odróżnia się od limfatycznego miękkością i łatwym napełnianiem miejsc po zwolnionym ucisku. Łatwo zmniejsza się wraz z podniesieniem oraz przez noc (choć obrzęk limfatyczny klasy 1 często zmniejsza się również w ciągu nocy). Podczas gdy typowa historia choroby, związek czasowy i charakterystyczna prezentacja najczęściej wystarczają do ustalenia diagnozy klinicznej obrzęku limfatycznego, dodatkowe badania są czasami konieczne, aby potwierdzić obecność upośledzonego przepływu limfatycznego i rzeczywisty schemat zaburzeń limfatycznych przepływu w tkankach.

Przewlekła niewydolność żylna często charakteryzuje się obecnością żylaków, pigmentacji i ewentualnie owrzodzeń żylnych. Przewlekły stan zapalny w tkankach podskórnych spowodowany zastojem żylnym może doprowadzić do zniszczenia zbiorczych kanałów limfatycznych i doprowadzić do rozwoju mieszanego obrzęku żylnolimfatycznego. Podczas gdy obrzęk limfatyczny zwykle jest bezbolesny, zaburzenia żyłne mogą powodować ból

i skurcze, które są zwykle łagodzone podczas odpoczynku i uniesienia zajętej kończyny.

Leczenie obrzęków limfatycznych

Zapobieganie obrzękom i powikłaniom obrzęku limfatycznego jest ostatecznym celem każdego programu leczenia. Wysiłki w tym zakresie obejmują plan leczenia onkologicznego wykorzystującego techniki chirurgiczne, radioterapię i interwencje farmakologiczne, które zmniejszają ryzyko wystąpienia obrzęku limfatycznego. Po operacji onkologicznej, edukacja pacjenta dotycząca obrzęku limfatycznego i instrukcje na temat autoterapii są niezwykle istotne.

Istnieją trzy ogólne podejścia do leczenia w celu zmniejszenia obrzęku limfatycznego: fizjoterapia, farmakologia i chirurgia.

Leczenie chirurgiczne obejmuje między innymi mikrokirurgiczne zespolenia limfatyczno-żyłne, wycinanie zwłókniałych naczyń i węzłów chłonnych oraz wycinanie nadmiaru obrzniętych, zmienionych histologicznie i zakażonych tkanek podskórnych i skóry.

Środki farmakologiczne stosowane w leczeniu obrzęku mają na celu wzmożenie tonusu i kurczliwości naczyń limfatycznych, powodując przyspieszenie przepływu chłonki. Zmniejszają ciśnienie w naczyniach chłonnych, uszczelniają śródbłonek i hamują rozwój reakcji zapalnych.

Fizjoterapia przeciwobrzękowa jest terapią skojarzoną, często określaną jako kompleksowa terapia przeciwobrzękowa (CDT, *complex decongestive therapy*) i jest uważana za standard opieki nad pacjentami z obrzękiem limfatycznym. CDT łączy w sobie zasady elewacji, pielęgnacji skóry, ćwiczenia, drenażu limfatycznego oraz zastosowanie zewnętrznej złożonej wielowarstwowej kompresji z bandażami o małym naciągu. Najlepsze efekty daje połączenie wielu metod usprawniania i indywidualne dopasowanie programu rehabilitacji dla pacjenta, z dokładnym uwzględnieniem jego potrzeb i możliwości.

Większość badań zgodnie wskazuje, że najistotniejszą rolę w leczeniu obrzęków limfatycznych mają interwencje fizjoterapeutyczne.

Manualny drenaż limfatyczny (MDL)

MDL jest specjalistyczną techniką masażu, która obecnie jest standardem postępowania w leczeniu obrzęków limfatycznych. MDL obejmuje masaż regionalny chorej kończyny, jak i masaż centralny (brzucha czy klatki piersiowej). Techniki masażu limfatycznego powodują, że obustronna limfatyczna struktura zarówno powierzchniowych, jak i głębokich sieci, które przecinają zlewiska, rozszerza się i przekierowuje więcej limfy do limfotomów, które normalnie drenują i są wydolne. Masaż ułatwia także ruch płynu tkankowego i białka do naczyń włosowatych limfatycznych oraz gromadzenie naczyń limfatycznych do węzłów chłonnych. Dzięki temu możliwe jest przekierowanie zalegającej objętości chłonki z zajętej kończyny do węzłów chłonnych po stronie zdrowej lub do węzłów sąsiednich (np. po usunięciu węzłów chłonnych pachowych prawych, możliwe jest przekierowanie chłonki do węzłów chłonnych pachowych lewych, pachwinowych czy nadobojczykowych).

Gdy głębokie kanały limfatyczne są zablokowane, następuje znaczny przepływ wsteczny limfy z przeładowanych naczyń limfatycznych do sieci powierzchownych lub skórných naczyń limfatycznych. W takich przypadkach masaż jest wykonywany w sposób, który stymuluje ruch płynu przez te powierzchowne naczynia limfatyczne do opracowanych węzłów chłonnych. Jest to możliwe, ponieważ powierzchowna sieć limfatyczna jest pozbawiona zastawek.

Techniki MDL muszą być wykonywane z odpowiednią siłą, w odpowiednim rytmie, z uwzględnieniem prawidłowej kolejności opracowywanych obszarów, a także w odpowiednim kierunku. Wynika to między innymi z faktu, iż transport limfy w 60-70% procentach odbywa się w warstwie nadpowięziowej. Dlatego też unika się stosowania zbyt intensywnych bodźców, powodujących szybkie obkurczanie naczyń limfatycznych. Jeśli tempo aplikowania bodźców jest zbliżone do rytmicznych skurczów naczyń limfatycznych, to uzyskiwany jest efekt pobudzenia i automatyzacji układu, który może się utrzymywać do kilku godzin po zakończonym MDL.

Kompresja - bandażowanie i odzież uciskowa

Kompresja kończyny powoduje wzrost nacisku na tkanki, co zmniejsza gradient ciśnienia hydrostatycznego z krwi do tkanek i zwiększa gradient ciśnienia hydrostatycznego od tkanek do początkowych naczyń limfatycznych i w efekcie ułatwia odpływ nagromadzonej limfy.

Kończyny mogą być kompresowane za pomocą bandaży lub odzieży. Istnieją dwa podstawowe rodzaje bandaży uciskowych. Elastyczne lub wysokorozciągające bandaże uciskowe mają wysokie ciśnienie spoczynkowe, ale niskie ciśnienie robocze. Zwykle są one łagodnie napięte w spoczynku i rozciągają się w odpowiedzi na skurcz mięśni. W związku z tym całkowite ciśnienie w tkankach i przepływ limfatyczny są minimalnie zwiększane ze skurczem mięśni. Bandaże ściśnięte o niskiej elastyczności lub o małym naciągu mają niskie ciśnienie spoczynkowe i wysokie ciśnienie robocze. Zapewniają one wygodną ilość wsparcia zrelaksowanej kończynie, ale zwiększają całkowity nacisk tkanki, gdy mięśnie kurczą się. Naczynia limfatyczne są ściśnięte pomiędzy mięśniami i bandażem, powodując przemieszczanie chłonki. Bandaże uciskowe są nakładane przy większym nacisku na dalszym końcu kończyny i ze stopniowo zmniejszanym ciśnieniem w kierunku proksymalnym.

Kompresoterapia ma na celu zwiększenia ciśnienia w tkankach, co powoduje zmniejszenie przenikania limfy do tkanek, a także wspomaga pompę mięśniową, zastawki w naczyniach limfatycznych oraz co najważniejsze, podtrzymuje efekt MDL.

Przerywana kompresja pneumatyczna

Kompresja uciskowa była od wielu lat podstawą leczenia limfatycznego. Jednak nie ma ustalonych wytycznych dotyczących stosowania wielu różnych możliwości zastosowania kompresji pneumatycznej. Terapia uciskowa jest wykonywana przez wprowadzenie obrzękniętej kończyny lub części ciała do nadmuchiwanego urządzenia wielopowietrznego, który jest przymocowany do pompy kompresującej powietrze. Sekwencyjne nadmuchiwanie i deflacja komórek powietrznych tworzy od dystalną do proksymal-

ną falę kompresji, która porusza wodę tkankową, ale nie nadmiar składników białkowych, limfy i płynu międzytkankowego obrzękniętego obszaru.

Klinicznie stosowane są trzy stopnie kompresji:

- Stopień 1 - kompresja na poziomie 1 kg/cm², 80 mm Hg, stosowana przy niewielkich obrzękach.
- Stopień 2 - kompresja na poziomie 1,2 - 2 kg/cm², 120 mm Hg, to najpowszechniej używany stopień kompresji, podtrzymujący efekty udrażniające MDL.
- Stopień 3 - kompresja na poziomie 2 - 3,2 kg/cm², 150 mm Hg, mająca zastosowanie w przypadku ciężkich stanów i nasilonych obrzęków.

Porównanie leczenia obrzęku kończyny górnej związanego z rakiem sutka za pomocą MDL i przerywanej kompresji pneumatycznej potwierdza, że obie metody skutecznie wpływają na zmniejszenie objętości obrzękniętej kończyny. Łączenie kompleksowej fizjoterapii pozabiegowej z kompresją pneumatyczną skutkuje większą średnią redukcją objętości kończyn niż sama kompleksowa fizjoterapia przeciwobrzękowa.

Zintegrowane programy rehabilitacji obrzęku limfatycznego zakładają ciągłą domową rehabilitację. Przed zakończeniem szpitalnej lub ambulatoryjnej terapii limfatycznej pacjenci uczą się samodzielnych ręcznych technik masażu limfatycznego do użytku w domu w ramach części programu rehabilitacji. Korzyścią metody przerywanej kompresji pneumatycznej jest możliwość dalszego zmniejszania obrzęku limfatycznego podczas fazy leczenia podtrzymującej w domu i utrzymywanie efektów terapii. Mechaniczny charakter pneumatycznych urządzeń uciskowych może zapewnić bardziej spójne, długotrwałe leczenie. Wykazano, że w sytuacji gdy przerywana terapia uciskowa była połączona z samodzielnym ręcznym drenażem limfatycznym, wpływ na redukcję obrzęków limfatycznych był znacznie większy niż w przypadku samego masażu. Czas trwania zabiegu przerywanej kompresji pneumatycznej powinien wynosić 30-120 minut. Zabieg ten zawsze powinien być poprzedzony MDL i opracowaniem kwadrantów centralnych, sąsiadujących z regionem zastoju limfatycznego w celu pobudzeniu anastomoz naczyniowych.

Kinezyterapia

Ćwiczenia są integralną częścią programów rehabilitacji. Wykazano, że poprawiają przepływ limfy i poprawiają resorpcję białka. Wzmacniają również mięśnie dotkniętej obrzękiem kończyny, pomagając w ten sposób uniknąć atrofii mięśni, a zmniejszenie aktywności fizycznej jest możliwym czynnikiem ryzyka rozwoju lub zaostrzenia obrzęku limfatycznego.

Każdy program ćwiczeń powinien być zindywidualizowany, aby obejmował kombinację ćwiczeń poprawiających elastyczność zajętych tkanek, treningu aerobowego i wzmacniania mięśni. Ćwiczenia są maksymalnie skuteczne, gdy zajęta kończyna jest obandażowana lub zabezpieczona dobrze dopasowaną odzieżą uciskową, aby wzmocnić kompresję wywieraną przez mięśnie na naczynia limfatyczne. Najlepsze efekty w leczeniu obrzęków daje połączenie kompleksowej kinezyterapii z równoczesną kompresją tkanek.

Aktywność fizyczna i ćwiczenia fizyczne są nie tylko ważnymi komponentami programu leczenia obrzęku lim-

fatycznego, ale mogą również stanowić integralną część rehabilitacji onkologicznej. Pacjenci chorzy na raka często zmniejszają swoją aktywność fizyczną po rozpoznaniu i podczas leczenia. Dzięki wcześniejszemu wykrywaniu, ulepszonym metodom leczenia i zwiększeniu przeżywalności stan fizyczny pacjenta w okresie rekonwalescencji może pozwalać na wznowienie lub rozpoczęcie programu ćwiczeń.

Dane z wielu badań dotyczących potencjalnych fizjologicznych korzyści płynących z ćwiczeń u pacjentów mogą obejmować m.in. zwiększoną wydolność tlenową, zwiększenie beztłuszczowej masy ciała oraz zwiększoną siłę i elastyczność mięśni.

Podsumowując, ogólne korzyści płynące z kinezyterapii to:

- Wzmocnienie mięśni posturalnych,
- Aktywizacja i poprawa ruchomości pracy stawów,
- Poprawa sprawności pompy mięśniowej,
- Przyspieszenie odpływu krwi żyłnej,
- Poprawa wydolności oddechowej,
- Poprawa ogólnej sprawności, motoryki i aktywności ruchowej.

Standard kompleksowego postępowania fizjoterapeutycznego przy obrzęku limfatycznym

W czasie kwalifikacji pacjenta do leczenia rehabilitacyjnego należy przeprowadzić badanie czynności układu oddechowego oraz poziomu aktywności, a także sprawności fizycznej ze względu na możliwe obciążenia wpływające negatywnie na wydolność fizyczną i tolerancję wysiłku fizycznego.

Najpowszechniejszą próbą przesiewową tolerancji wysiłku są testy 6-minutowego marszu, test marszu wahadłowego oraz test wchodzenia po schodach. Badanie należy wykonać z kontrolą saturacji, ciśnienia tętniczego i pomiarem akcji serca. Do oceny pacjenta warto dodać testy funkcjonalne, równoważne, pomiary zakresu ruchu zajętych stawów. Dodatkowo, na podstawie ankiety International Physical Activity Questionnaires (IPAQ), możliwe jest ustalenie przybliżonego tygodniowego wydatku energetycznego pacjenta.

Po ocenie stanu funkcjonalnego prowadzonego przez fizjoterapeutę i wypełnieniu karty badania (uwzględniającej najważniejsze informacje mające wpływ na proces rehabilitacji), dla pacjenta jest ustalany indywidualny program usprawniania. Przy braku przeciwwskazań kompleksowe postępowanie fizjoterapeutyczne obejmuje: MDL, bandażowanie i kompresoterapię, kinezyterapię, jak i edukację pacjenta: naukę dbania o kondycję skóry, automasaż, ogólne zalecenia.

W przypadku treningu tlenowego, poziom intensywności powinien być na poziomie 50-75% VO_2 max lub 60-80% HR max. Czas trwania treningu powinien wynosić 30-60 minut z częstością 3-5 razy na tydzień. Trening powinien angażować duże grupy mięśniowe i obejmować takie aktywności jak: marsz, nordic walking, bieganie, jazda na rowerze, trening na bieżni i cykloergometrach. W zależności od poziomu wydolności pacjenta można stosować formę ciągłą lub interwałową treningu. W przypadku osób po leczeniu onkologicznym, średni wydatek energetyczny powinien oscylować w okolicy 5 MET.

Tabela 1. Zalecane formy aktywności w zależności od zaburzenia funkcjonalnego

Zaburzenia funkcjonalne	Zalecany rodzaj ćwiczeń
Obrzęk limfatyczny	• Ćwiczenia czynne, • Ćwiczenia bierne, • Ćwiczenia izokinetyczne, • Ćwiczenia oporowe Thera-band, • Reedukacja nerwowo-mięśniowa PNF, • Rehabilitacja funkcjonalna, • Trening na rotorach (cykloergometry, maszyny eliptyczne), • Trening marszowy, • Ćwiczenia oddechowe, • Ćwiczenia rozluźniające, • Trening tlenowy.
Zmniejszony zakres ruchu w stawach w wyniku obrzęku	• Poizometryczna relaksacja mięśni (PIR), • PNF (hold-relax, tens-relax), • Terapia manualna, • Delikatne ćwiczenia redresyjne.
Osłabienie siły mięśni	• Ćwiczenia izometryczne, • Ćwiczenia oporowe, • Ćwiczenia izotoniczne i izokinetyczne.
Neuropatie, niedowłady, porażenia	• PNF, • Rehabilitacja funkcjonalna, • Ćwiczenia bierne.
Ograniczenie sprawności układu oddechowego	• Ćwiczenia oddechowe (także kaszlu), • Mobilizacje dolnych kątów żebrowych, • Nauka prawidłowego oddychania (aktywizacja przepony), • Ćwiczenia poprawiające wytrzymałość i tolerancję wysiłku fizycznego.
Ogólne osłabienie, astenia	• Spacer i trening marszowy (także na bieżni), • Jazda na rowerze, cykloergometr, • Tai chi, joga, taniec.

W przypadku treningu oporowego (ćwiczenia izokinetyczne, izotoniczne itp.) obciążenie powinno wynosić około 50-75% jednokrotnego maksymalnego powtórzenia. Zaleca się wykonywać do 10 ćwiczeń podzielonych na 2 serie, zawierające po 8-12 powtórzeń. Obciążenie nie powinno przekraczać 13 w skali Borga.

Połączenie kilku metod rehabilitacyjnych skutkuje znacznym zwiększeniem skuteczności terapii. Obecnie kompleksowe postępowanie udrażniające musi obejmować:

- Manualny drenaż limfatyczny;
- Kompresoterapię (zarówno w postaci bandażowania, jak i zaopatrzenia ortopedycznego w postaci odzieży kompresyjnej);
- Indywidualnie dobrane ćwiczenia ruchowe;
- Naukę pielęgnacji zajętej kończyny;
- Naukę automasażu, wykonywania ćwiczeń w domu;
- Pomoc psychologiczną.

Literatura

1. Bennell Kim, Fiona Dobson, Rana Hinman. Measures of physical performance assessments: Self-Paced Walk Test (SPWT), Stair Climb Test (SCT), Six-Mi-

- nute Walk Test (6MWT), Chair Stand Test (CST), Timed Up & Go (TUG), Sock Test, Lift and Carry Test (LCT), and Car Task. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011 Nov;63 Suppl 11:S350-70.
2. Brix Bianca, Gert Apich, Andreas Roessler, Christian Ure, Karin Schmid-Zaladek, Helmut Hinghofer-Szalkay, Nandu Goswami. Fluid Shifts Induced by Physical Therapy in Lower Limb Lymphedema Patients. *J Clin Med*. 2020 Nov 16;9(11):3678.
3. Cancer Survival in England: Patients Diagnosed 2007–2011 and Followed up to 2012. Office for National Statistics. 29 October 2013.
4. Chevillat AL, Tchou J. Barriers to rehabilitation following surgery for primary breast cancer. *J Surg Oncol*. 2007;95(5): 409–418.
5. Courneya K.S., Segal R.J., Mackey J.R. i wsp. Effects of aerobic and resistance exercise in breast cancer patients receiving adjuvant chemotherapy: a multicenter randomized controlled trial. *J. Clin. Oncol*. 2007; 25: 4396–4404.
6. de la Cueva-Reguera Mónica, David Rodríguez-Sanz, César Calvo-Lobo, Silvia Fernández-Martínez, Beatriz Martínez-Pascual, Yolanda Robledo-Do-Nascimento, María Blanco-Morales, Carlos Romero-Morales. Effectiveness of manual lymphatic drainage vs. perineal massage in secundigravida women with gestational oedema: A randomised clinical trial. *Int Wound J*. 2020 Oct;17(5):1453-1461.
7. Gallagher Kristalyn, DO*, Kathleen Marulanda, MD, MS, Stephanie Gray, MD. Surgical Intervention for Lymphedema. *Surg Oncol Clin N Am*. 2018 Jan;27(1):195-215.
8. Grądalski T, Ochałek K. Podstawy patofizjologii i postępowania w obrzęku limfatycznym w chorobie nowotworowej, Nowa Medycyna, 2001.
9. Greene Arin K, Jeremy A Goss. Diagnosis and Staging of Lymphedema. *Semin Plast Surg*. 2018 Feb;32(1):12-16.
10. Hasenoehtl Timothy, Stefano Palma, Dariga Ramazanov, Heinz Kölbl, Thomas E. Dorner, Mohammad Keilani, Richard Crevenna. Resistance exercise and breast cancer-related lymphedema—a systematic review update and meta-analysis. *Support Care Cancer*. 2020 Aug;28(8):3593-3603.
11. Hassan Khalid Nahar, Bajran Mohammad Al-Dossari, Sharick Shamsi, Osama Keridis. Manual Lymphatic Drainage and Exercises in Management of Secondary Lymphedema Following Mastectomy-Systemic Review. *International Journal of Recent Innovations in Medicine and Clinical Research*, Volume-2, Issue-3, 2020: 106-115.
12. Hayes S, Cornish B, Newman B. Comparison of methods to diagnose lymphoedema amongst breast cancer survivors: 6- month follow-up. *Breast Cancer Res Treat* 2005; 89(3): 221-26.
13. He L, Qu H, Wu Q, Song Y. Lymphedema in survivors of breast cancer. *Oncol Lett*. 2020 Mar;19(3):2085-2096.
14. International Society of Lymphology. The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema. Consensus document of the International Society of Lymphology. *Lymphology* 2003; 36(2): 84-91.
15. Johansson K, Lie E, Ekdahl C, Lindfeldt J. A randomized study comparing manual lymph drainage with sequential pneumatic compression for treatment of postoperative arm lymphedema. *Lymphology* 1998; 31(2): 56-64.
16. Lohrmann C, Foeldi E, Bartholomae JP, Langer M. Gadoteridol for MR imaging of lymphatic vessels in lymphoedematous patients: initial experience after intracutaneous injection. *Br J Radiol*. 2007;80(955):569–573.
17. Lymphoedema Framework. Best Practice for the Management of Lymphoedema. International consensus. MEP Ltd., Londyn 2006: 14.
18. Martin Müller, Karsten Klingberg, Maria M. Wertli, Helena Carreira. Manual lymphatic drainage and quality of life in patients with lymphoedema and mixed oedema: a systematic review of randomised controlled trials. *Qual Life Res*. 2018 Jun;27(6):1403-1414.
19. McNeely ML, Magee DJ, Lees AW, Bagnall KM, Haykowsky M, Hanson J. The addition of manual lymph drainage to compression therapy for breast cancer related lymphedema: a randomized controlled trial. *Breast Cancer Res Treat*. 2004;86(2):95–106.
20. Mining Liang, Qiong Chen, Kanglin Peng, Lu Deng, Li He, Yongchao Hou, Yang Zhang, Jincai Guo, Zubing Mei, Lezhi Li. Manual lymphatic drainage for lymphedema in patients after breast cancer surgery: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)*. 2020 Dec 4;99(49):e23192.
21. Oliveira MMF, Gurgel MSC, Amorim BJ, Ramos CD, Derchain S, Furlan-Santos N, Dos Santos CC, Sarian LO. Long term effects of manual lymphatic drainage and active exercises on physical morbidities, lymphoscintigraphy parameters and lymphedema formation in patients operated due to breast cancer: A clinical trial. *PLoS One*. 2018 Jan 5;13(1):e0189176.
22. Ozaslan C, Kuru B. Lymphoedema after treatment of breast cancer. *Am J Surg* 2004; 187(1): 69-72.
23. Piotrowicz R., Ciecierski M., Jawień A. Obrzęki limfatyczne – patomechanizm i diagnostyka. *Przewodnik Lekarza*, 2000, 7, 70-73.
24. Sleigh BC, Manna B. Lymphedema. 2020 Jul 26. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan–.
25. Standards of Practice for Lymphoedema Services. *Lymphoedema Framework Journal* 2003; 1: 10-18
26. Symeonidis D, Diamantis A, Bompou E, Tepetes K. Current role of lymphadenectomy in gastric cancer surgery. *J BUON*. 2019 Sep–Oct;24(5):1761-1767.
27. Szczeklik Andrzej (red.): Choroby wewnętrzne. Przyczyny, rozpoznanie i leczenie, tom I. Kraków: Wydawnictwo Medycyna Praktyczna, 2005, s. 113.
28. The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema. Consensus document of the International Society of Lymphology. *Lymphology*. 2003;36(2):84–91.
29. Tomczak H., Nyka W. Przydatność limfoscintygrafii w ocenie rehabilitacji chorych z obrzękiem limfatycznym. *Rehabilitacja Medyczna*, 2006, 10, 4, 25-30.
30. Toomey A, Lewis CR. Axillary Lymphadenectomy. 2020 Jul 31. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan–.
31. Watu E, Supargiyono, Haryani. The Effect of Lymphoedema Exercises and Foot Elevation on the Quality of Life of Patients with Elephantiasis. *J Trop Med*. 2020 May 27;2020:6309630.
32. Williams A. Manual lymphatic drainage: exploring the history and evidence base. 2010 Br J Community Nurs, 4: 18–24.
33. Williams AF, Vadgama A, Franks PJ, Mortimer PS. A randomized controlled crossover study of manual lymphatic drainage therapy in women with breast cancer related lymphoedema. *Eur J Cancer Care* 2002; 11(4): 254-61.
34. Wojciechowska U, Didkowska J. Zachorowania i zgony na nowotwory złośliwe w Polsce. In: Potrykowska A, Strzelecki Z, Szymborski J, Witkowski J. Zachorowalność i umieralność na nowotwory i sytuacja demograficzna Polski. Warszawa: Rządowa Rada Ludnościowa; 2014. p. 117-46.
35. World Cancer Report. International Agency for Research on Cancer. 2008.
36. Zasadzka E, Trzmiel T, Kleczewska M, Pawlaczyk M. Comparison of the effectiveness of complex decongestive therapy and compression bandaging as a method of treatment of lymphedema in the elderly. *Clin Interv Aging*. 2018 May 14;13:929-934.
37. Zwolińska J, Homenda M, Kwolek A, Misior A. Wpływ kompleksowej rehabilitacji na funkcję kończyny górnej u pacjentek po mastektomii. *Fizjoterapia* 2013; 21(2):7-24.

Artykuł został zamieszczony w czasopiśmie „Acta Elbingensia”, 1/2021, T. 47, s. 69 – 83.

mgr Maciej Kawoń¹, dr Grzegorz Mańko^{2, 3}

- 1 Ośrodek NZOZ Magmed Wojewódzki Ośrodek Rehabilitacji Dzieci i Dorosłych w Krakowie.
- 2 Zakład Biomechaniki i Kinezylogii, Instytut Fizjoterapii, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum w Krakowie
- 3 Ośrodek Rehabilitacji Narządu Ruchu „Krzeszowice” SPZOZ.

Zastosowanie metody kriolezji w medycynie paliatywnej

Piotr Jakubów, Urszula Kościuczuk, Juliusz Kosel, Aleksander Turczynowicz, Kacper Luchowski, Mariola Tałała, Julia Kondracka

Wśród różnych metod neurodestrukcji w leczeniu bólu stosuje się zarówno środki chemiczne, jak i fizyczne. Spośród metod fizycznych poszczególne techniki znacznie różnią się sposobem zniszczenia tkanki nerwowej. Wyróżnia się termoablację, ablację wysoką częstotliwością radiofali, radioablację pulsacyjną, ablację mikrofalową, skoncentrowane ultradźwięki o wysokiej intensywności, ablację laserową, elektrowaporyzację oraz krioablację [1, 2].

Kriolezja to jedna z metod neurodestrukcji mająca zastosowanie w leczeniu trudnego do opanowania bólu. Jest to jedna z licznych technik krioterapii. Terapia zimnem przeżywa obecnie renesans klinicznego zastosowania. Wyróżnia się krioterapię miejscową, krioterapię ogólnoustrojową oraz krioablację tkanek. Nazwa całej dziedziny leczenia zimnem, czyli krioterapii, pochodzi z języka starogreckiego od słów *κρυος* – *krýos*, co znaczy zimno, i *θεραπεία* – *therapeía*, czyli leczenie, i jest to metoda, w której zastosowanie ma temperatura poniżej 0°C.

Wśród różnych metod terapii niską temperaturą metoda kriolezji jest stosowana m.in. w leczeniu bólu oraz niszczeniu patologicznych złośliwych zmian w dermatologii, onkologii i innych działach medycyny, w tym u pacjentów paliatywnych. W literaturze spotyka się zamiennie używane takie nazewnictwo, jak krioablacja, krioneuroliza, kriolezja, krioneuroablacja lub selektywne odnerwienie zimnem (*cryoneuromodulation*). Zastosowanie terminu „kriolezja” wydaje się właściwe w odniesieniu do inwazyjnego leczenia bólu, a terminu „krioablacja” w odniesieniu do leczenia zmienionych chorobowo tkanek w innych działach medycyny.

HISTORIA KRIOTERAPII

Krioterapia jest znana od starożytności. W papirusach egipskich opisano wykorzystywanie zimnych okładów na bolesne krwawe wybroczyny.

Awicenna (982–1070) zalecał stosowanie chłodu w chorobach z bólu, przegrzania oraz urazach. Hipokrates (460–377 p.n.e.) w V w. p.n.e. używał terminu krioterapia i leczył w ten sposób ból ciała i kończyn.

Badania nad reakcją tkanek na mrożenie zapoczątkował John Hunter, opisując w 1777 r. ich martwicę i następujące

po tym pomyślnie leczenie. Istotne obserwacje poczyniono podczas powrotu z wojen wojsk napoleońskich – zauważono, że niektórzy żołnierze z odmrożeniami nie doznają bólu. Zwyródnienie nerwów opisał w 1850 r. Augustus Waller, a następnie Mikulicz w latach 80. XIX w. W 1851 r. techniki optymalizujące regenerację nerwów na podstawie prac i notatek Francuza Arnotta, chirurga Napoleona, opracował D.J. Larrej. Współczesne zastosowanie kliniczne krioterapii sięga jednak dopiero przełomu XIX i XX w. Do końca XIX w. roztwory soli fizjologicznej schładzano do temperatury w zakresie od –18 do –24°C i stosowano w leczeniu powierzchownym bolesnych guzów w okolicy piersi i szyjki macicy [3]. Na początku XX w. znacznie bardziej skutecznym kriogenem, z temperaturą –78,5°C, stał się suchy lód – stała postać dwutlenku węgla, co znacznie rozszerzyło wskazania aplikacji krioterapii, przede wszystkim w dermatologii [4]. Dostępność komercyjna ciekłego azotu wyznaczyła początek nowoczesnej krioterapii, gdyż pozwoliła na wykorzystanie temperatury –196°C. Rozwój techniczny różnych aplikatorów umożliwił leczenie głęboko położonych struktur. Istotnym postępem krioterapii było wprowadzenie aplikatora wspomaganego próżniowo w neurochirurgii w 1961 r. [5]. Z czasem metoda pierwotnie dermatologiczna przekształciła się w całą grupę aplikacji, przede wszystkim śródoperacyjnych.

Terapeutyczne zastosowanie ekstremalnego zimna w medycynie bólu i udoskonalenie potrzebnej do tego aparatury zawdzięczamy Amerykaninowi I.S. Cooperowi, który w 1962 r. skonstruował własny odmienny typ sondy i wprowadził krioaplikator do kliniki. Przełomem w medycynie bólu było zastosowanie przez Lloyda pionierskiego zabiegu krioanalgezji w 1976 r., w bólu trudnym do wyleczenia. Pomimo wielu zmian i rozwoju urządzeń do krioterapii na bazie prostych gazów rutynowe stosowanie mrożenia było jednak ograniczone do kilku wskazań [6]. Krioterapia zaczęła ponownie mieć znaczenie kliniczne w latach 90. XX w., dzięki nowoczesnemu obrazowaniu i miniaturyzacji aplikatorów.

Obecnie zabieg jest przeprowadzany pod kontrolą obrazu USG lub RTG w czasie rzeczywistym.

Współczesne systemy krioterapii wykorzystują efekt Joule’a-Thomsona, czyli zjawisko dławienia (rozprężania)

wypływu gazów i towarzyszącą temu zdolność gazu do odbierania ciepła i energii z otoczenia podczas szybkiej ekspansji, co opiszemy dokładniej w tym artykule. Ta forma terapii zaowocowała terminami krioablacja i kriolezja.

W Polsce krioterapia, czyli zabiegi leczenia zimnem, oraz krioablacja, czyli niszczenie tkanek, są stosowane powszechnie. Duże zasługi w udoskonaleniu metody krioterapii miejscowej i ogólnoustrojowej oraz stworzeniu zasad leczenia tą metodą mają ośrodki badawcze we Wrocławiu i Warszawie. Jeden z pierwszych aparatów do krioterapii i jedna z pierwszych trzech w Europie kriokomór powstały w 1989 r. w wyniku prac mgr. inż. Zdzisława Raczkowskiego z INTiBS PAN. Dzięki badaniom i obserwacjom leczenia zimnem powstała i rozwinęła się wrocławska szkoła krioterapii, której inicjatorem był prof. Zdzisław Zagrobelny. Od 2003 r. stosowana i popularyzowana jest metoda krioablacji w aparatach polskiej produkcji.

METODY KRIOTERAPII

Należy zaznaczyć, że leczenie zimnem to krioterapia. Poza krioblacją wykonywana jest również miejscowo i ogólnoustrojowo. Krioterapia miejscowa polega na nawiewie na wybraną powierzchnię ciała par azotu (-176°C), dwutlenku węgla (-70°C) lub oziębionego powietrza (-25°C). U pacjentów paliatywnych wskazania są różne. W zakresie temperatury do -10°C z powodzeniem wykorzystywane jest chłodzenie powierzchniowe okładami żelowymi z lodu, rzadziej z aplikatora za pomocą przepływu sprężonego powietrza uzyskanego z głowicy aparatu. Taką terapię stosuje się w bolesnych krwawych obrzękach oraz np. po wycieczce krwi do tkanek podskórnych po kaniulacji. W zakresie temperatury do -40°C działanie terapeutyczne stosuje się w celu zmniejszenia dolegliwości bólowych w neurologii, chirurgii urazowej, ortopedii, w celu opóźnienia miejscowego zapalenia oraz przyspieszenia przepływu krwi i poprawy sprawności ruchowej.

W krioterapii miejscowej w zakresie temperatury do ok. -70°C jest ona uzyskiwana w systemach zasilanych ciekłym dwutlenkiem węgla. Krioterapia miejscowa do -150°C polega na kriostymulacji ciekłym azotem i jest stosowana w zespołach bólowych, nerwobólach, stanach pourazowych – w fazie nadmiernego napięcia mięśni i spastyczności, rehabilitacji, po zabiegach operacyjnych, we wspomaganiu leczenia bolesnych urazów oraz w bólach w schyłkowych chorobach reumatycznych. Terapie miejscowe mogą być stosowane u pacjentów ze schyłkowymi chorobami zagrażającymi życiu w medycynie paliatywnej.

Krioterapia ogólnoustrojowa polega natomiast na poddaniu całego ciała pacjenta przez krótki czas działaniu bardzo niskich temperatur (do -160°C) [7]. Zabieg wykonywany jest w kriokomorze. Czas przebywania pacjenta wynosi początkowo kilkanaście sekund i jest stopniowo wydłużany. Zabieg ma na celu oziębienie organizmu, w tym działanie przeciwbólowe przez zwolnienie przewodnictwa nerwowo-mięśniowego. Fizjologicznie w pierwszej fazie działania bardzo niskich temperatur następuje skurcz obwodowych naczyń krwionośnych i mięśni oraz spowolnienie przepływu krwi i przemiany materii. Z kolei w fazie drugiej występuje reakcja gwałtownego rozszerzenia naczyń krwionośnych i zwiększenia przepły-

wu krwi. Skutkiem tego jest zwiększony dopływ do komórek składników odżywczych i tlenu, a także mediatorów przeciwzapalnych [8]. Stwarza to dogodne warunki do pracy mięśni i ułatwia następnie stosowanie kinezyterapii.

Krioterapię stosuje się w takich zespołach bólowych, jak odruchowa i ośrodkowa spastyczność mięśni, w młodzieńczym przewlekłym zapaleniu stawów, łuszczykowym zapaleniu stawów, zeszywniającym zapaleniu stawów kręgosłupa, zmianach zapalnych stawów o podłożu metabolicznym oraz w rehabilitacji zespołów neurologicznych. Krioterapia ogólnoustrojowa w przeciwieństwie do innych metod krioterapii jest jednak przeciwwskazana u pacjentów z chorobami nowotworowymi i pacjentów ze schyłkową niewydolnością narządów w chorobach skrajnie zagrażających życiu.

U pacjentów ze schyłkowymi chorobami zagrażającymi życiu w wybranych przypadkach zastosowanie mają zabiegi destrukcji tkanek – kriolezji i krioablacji.

KRIODESTRUKCJA

Kriolezja jest techniką zabiegową, w której mrożenia i destrukcji tkanek dokonuje się za pomocą aplikatora, czyli sondy, umiejscowionego bezpośrednio w okolicy patologicznej zmiany. W medycynie bólu kriolezja jest metodą interwencyjnego leczenia bólu. Temperatura sięga -80°C i zastosowana w pobliżu nerwów skutkuje blokadą przewodnictwa. Zabieg ten nie powoduje zniszczenia nerwu, blokada jest odwracalna. Kriolezja przez lokalne zamrożenie nerwu powoduje zwolnienie lub zahamowanie przewodzenia bodźców przez tkankę nerwową i zmniejszenie sygnałów bólowych. Efekt przeciwbólowy trwa od kilku tygodni do kilku miesięcy.

W przypadku mrożenia innych niż nerwy tkanek dochodzi do ablacji i zniszczenia wymrożonej struktury. Metoda ta jest również wykorzystywana m.in. do leczenia guzów, tkanek i patologicznych zmian [9].

Skuteczność kriolezji zależy od właściwej identyfikacji przyczyny bólu, jego lokalizacji, od rozmiaru sondy, odpowiedniego czasu zabiegu, właściwości tkanki nerwowej i techniki zabiegu [9].

Zabiegi kriodestrukcji stosuje się zarówno w leczeniu bólu przewlekłego, jak i w zabiegach chirurgicznych w ginekologii, okulistyce, laryngologii, dermatologii, chirurgii, a także w kardiologii podczas ablacji układu bodźco-przewodzącego serca. Medycyna paliatywna oraz medycyna bólu i onkologia są dziedzinami, w których krioablacja jest stosowana w patologicznych dolegliwościach bólowych w przypadku braku powodzenia innych metod neurodestrukcji.

Innym zastosowaniem metody jest ablacja guzów przerzutowych do wątroby i tkanek miękkich. Poza medycyną bólu kriodestrukcja stosowana jest również w leczeniu zmian skórnych łagodnych i złośliwych, np. brodawek skórnych, raka skóry *in situ*, zmian powstałych na błonach śluzowych, np. leukoplakii i pachydermii, lub innych zmianach łagodnych i nowotworowych, również w obrębie jamy brzusznej, zwłaszcza wątroby. Stosuje się ją w likwidacji np. naczynek. W kardiologii ma zastosowanie w leczeniu przetrwałych zaburzeń rytmu serca, jako krioablacja układu bodźco-przewodzącego.

Interesujące jest, że w klinicznych badaniach eksperymentalnych prowadzi się obecnie zaawansowane badania terapii ablacyjnych, zarówno w leczeniu łagodnych zmian nowotworów piersi oraz inwazyjnego raka piersi, jak i przerzutach nowotworów do wątroby oraz w terapii przerzutów do innych narządów u pacjentów paliatywnych, np. guzach kości i w raku trzustki [10–12].

Zabieg krioablacji polega na wprowadzeniu aplikatora – sondy – w okolice chorej tkanki. Końcówka sondy jest precyzyjnie sterowana, pod kontrolą obrazu. Współcześnie stosuje się kontrolę ultrasonograficzną, rzadziej radiologiczną za pomocą fluoroskopii, ale również tomografię komputerową lub rezonans magnetyczny. Ze względu na duże bezpieczeństwo tej metody w przypadku zmian powierzchniowych lub płytko położonych wykonuje się kriodestrukcję pod kontrolą wzroku w miejscu określonym anatomicznie podczas badania przedmiotowego. Dotyczy to zabiegów na skórze i tkance podskórnej. Zabiegi kriolezji wykonywane w celu leczenia bólu i destrukcji nerwów wymagają zwykle precyzyjnego określenia miejsca neurolizy i kontroli obrazu. Technika zabiegu polega na zamrożeniu tkanki lub nerwu i wybiórczym niszczeniu niewielkich ognisk komórek, przy czym nie narusza się sąsiadujących zdrowych tkanek. Sposób osiągnięcia niskiej temperatury jest podobny jak w urządzeniach chłodniczych, jednak bardziej precyzyjny. Przez aplikator w układzie zamkniętym przepływa mieszanina gazów, która ulega rozprężeniu w końcówce cewnika, powodując oziębienie i odwracalne zamrożenie otaczających tkanek do -70°C lub -80°C .

Procedura ta jest uznawana za bezpieczniejszą niż obarczone poważniejszymi objawami niepożądanymi neuroлиза chemiczna lub termiczna wysoką temperaturą. Przy użyciu krioablacji można również schłodzić tkankę, aby uzyskać stan hibernacji w celu sprawdzenia jej potencjalnego efektu. Zahibernowana tkanka ulega bez szkody rozmrożeniu.

W celu osiągnięcia trwałego efektu zabiegu kriodestrukcyjnego zamrażanie i rozmrażanie powtarza się kilkakrotnie podczas tej samej sesji, co doprowadza do zamarzania komórek, pęknięcia błon biologicznych i w konsekwencji do destrukcji tkanki [9].

Obecnie stosowane sondy do kriolezji wykorzystują zjawisko oziębiania dławionego gazu. Sondy mają wbudowane dwa kanały różniące się średnicą, dzięki czemu gwałtowne rozprężanie gazu (dwutlenku węgla lub tlenu azotu) wydostającego się z przewodu o węższej średnicy w układzie zamkniętym odbiera ciepło z otoczenia, powodując spadek temperatury na końcówce sondy do ok. -80°C , co uwidacznia się w uwodnionej tkance jako powstająca kula lodu i może być obserwowane w USG lub RTG. Rozmiary pola chłodzenia zależą od średnicy sondy, czasu mrożenia i stopnia ukrwienia tkanki.

Szybki efekt blokowania przewodzenia impulsów we włóknach nerwowych jest podobny do działania lokalnego leku znieczulającego, natomiast długotrwały efekt przypisywany jest mikrokryształom, które uszkadzają unaczynienie nerwu, doprowadzając do endoneuralnego obrzęku z następczą martwicą komórek tkanki nerwowej. W metodzie kriolezji nerwów podczas mrożenia zachowane są w całości osłonki mielinowe, co pozwala na fizjologiczną

regenerację nerwu po kilku do kilkunastu miesiącach [13].

Ze względu na czasowe wyłączenie przewodnictwa nerwowego kriolezję stosuje się w zakresie unerwienia dróg czuciowych. Jest najskuteczniejsza w zespołach bólowych pochodzących z małych, dobrze określonych generatorów bólu – najczęściej lokalnych uszkodzeń nerwów obwodowych [9].

PODSTAWY FIZYCZNE MROŻENIA W APLIKATORACH

Efekt mrożenia w kriolezji uzyskuje się przez cyrkulację gazu wewnątrz sondy i szybką dekompresję tego gazu w układzie zamkniętym na dystalnym końcu sondy – tworzy się w ten sposób lodowa kula. Zjawisko związane z tym efektem nazywane jest prawem Boyle’a-Mariotte’a. Ciekawostką z historii medycyny jest, że faktycznymi odkrywcami tego zjawiska byli lekarz Henry Power (1623–1668) i matematyk Richard Towneley (1629–1707). Prawo to dotyczy zachowania gazu doskonałego w przemianie izotermicznej. W dużym uproszczeniu można przyjąć, że w układzie zamkniętym przy spadku ciśnienia gazu następuje oziębianie, a przy wzroście ciśnienia – wzrost temperatury.

Dokładnie zjawisko zachodzące w aplikatorach do kriolezji opisuje prawo sformułowane w 1856 r., znane jako efekt Joule’a-Thomsona. Opisuje ono zmianę temperatury gazu rzeczywistego podczas jego izentalpowego rozprężania przez porowatą przegrodę (dławienie) z obszaru o wyższym ciśnieniu do obszaru o ciśnieniu niższym [1]. Ta przemiana jest rozprężeniem adiabatycznym gazu zachodzącym przez wąskie szczeliny i prowadzi do obniżenia jego temperatury zgodnie z pierwszą zasadą termodynamiki. Przebieg przemiany adiabatycznej określa prawo Poissona (rys. 1).

MECHANIZMY PATOFIZJOLOGICZNE MROŻENIA TKANEK I ŚMIERCI KOMÓREK KRIOGENICZNYCH

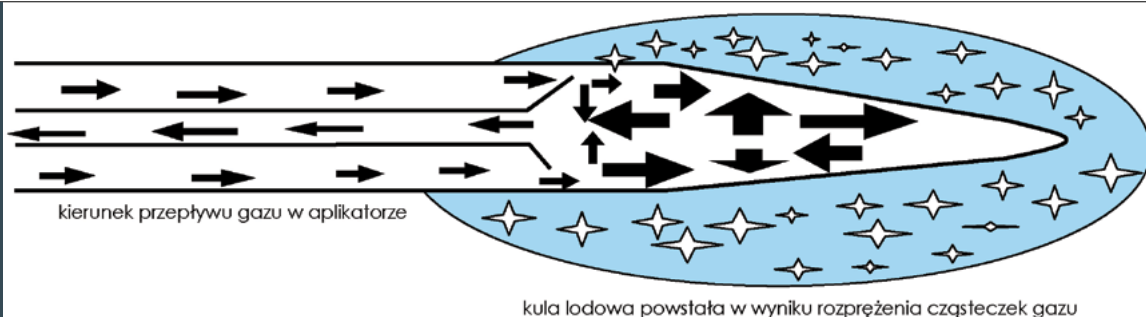
Kriolezja, krioablacja indukują uszkodzenie komórek przez naprzemienne cykle zamrażania i rozmrażania. Opisano cztery biologiczne mechanizmy uszkodzenia krioblacyjnego: bezpośrednie uszkodzenie komórek, uszkodzenie naczyń i niedokrwienie, apoptozę i następczą immunomodulację [2].

Rodzaj i zakres reakcji tkanek na krioablację zależy od intensywności mrożenia. Proces destrukcji jest w dużej mierze zależny od zastosowanego sposobu zamrażania oraz procesów rozmrażania i osiągniętej temperatury.

Całkowite uszkodzenia spowodowane przez mrożenie są wynikiem efektów bezpośrednich i pośrednich mrożenia. Zastosowanie mrożenia początkowo powoduje tworzenie się pozakomórkowych kryształków lodu. W wyniku przesunięcia osmotycznego woda przemieszcza się z przestrzeni wewnątrzkomórkowej do śródmiąższu, powodując odwodnienie i początkowe uszkodzenie komórek. Ten proces jest co najmniej częściowo odwracalny. Jeśli jednak zamrożenie nastąpi szybko, większość płynu pozostaje wewnątrz komórki, ponieważ istnieje niewystarczający czas na procesy osmotyczne, w wyniku czego powstają wewnątrzkomórkowe kryształy lodu.

Mają one destrukcyjny wpływ zarówno na błony, jak i organelle komórkowe. Podczas rozmrażania woda przepływa z hipotonicznego śródmiąższu do komórek, co

Rys. 1. Schemat budowy aplikatora do zabiegu kriolezji. Na rycinie pokazany jest przepływ gazu wewnątrz sondy oraz powstająca na końcówce aplikatora – w wyniku efektu Joule’a-Thomsona – kula lodu



Aplikatory – sondy – są zbudowane z kanalików o różnym świetle, którymi przepływa gaz i które ulegają zwężeniu, a następnie łączą się, tworząc wspólny minizbiornik pozwalający na rozprężenie gazu po uprzednim jego dławieniu. Obecnie w większości popularnych aparatów jako gazów używa się CO₂ lub N₂O, które w odpowiednich warunkach fizycznych są kriogenami. Rozprężenie adiabatyczne, w którym gaz wykonuje pracę zewnętrzną kosztem swojej energii wewnętrznej, powoduje spadek ciśnienia i efekt mrożenia na końcu sondy.

skutkuje dalszym uszkodzeniem oraz pękaniem błon. W efekcie w drugim cyklu zamrażania od tworzenia szczególnie śmiertelnych wewnątrzkomórkowych kryształków lodu zależy efekt destrukcji wewnątrzkomórkowej [2].

Kolejnym istotnym czynnikiem jest załamanie dopływu krwi z powodu uszkodzenia ściany naczynia w wyniku tworzenia się lodu w śródbłonku. Po rozmrożeniu uszkodzony śródbłonek wchodzi w kontakt z trombocytami, w wyniku czego powstaje miejscowa zakrzepica, a następnie miejscowe niedokrwienie. Również zwiększona przepuszczalność naczyń włosowatych wynikająca z uszkodzenia i miejscowego powstawania obrzęku potęguje miejscowe niedokrwienie [13].

Krioablacja powoduje uszkodzenie śródbłonka mikrokrokrążenia. Prowadzi to do agregacji płytek, mikrozakrzepicy i niedokrwienia. Zwężenie naczyń następuje również w odpowiedzi na spadek temperatury, powodując niedokrwinną śmierć tkanki, a następnie martwicę z powodu krzepnięcia wewnątrznacyniowego. W efekcie w centralnej strefie zmiany krioablacyjnej w wyniku bezpośredniego uszkodzenia przez mrożenie i uszkodzenia naczyń wy-

stępuje tzw. martwica krzepnięcia. Ponadto wykazano, że subtelne uszkodzenie kriogeniczne w strefie obwodowej guza może indukować apoptozę w sąsiadujących komórkach [2].

W badaniach eksperymentalnych histologicznych udowodniono, że terapeutyczne zamrożenie nerwów podczas kriolezji powoduje uszkodzenie nerwu II stopnia: występuje dezintegracja aksonów i osłonki mielinowej, zachowana jest integralność w obrębie (osłonka Keya-Retziusa) perineurium i epineurium. Odpowiada to uszkodzeniu typu axonotmesis wg Seddona (stopień II wg Sunderlanda). Istotne jest to, że nieuszkodzona pozostaje tkanka łączna wraz z proteinami, kolagenem, jednocześnie zostaje zachowana integralność nerwu w obrębie śródnerwia i endoneurium.

W środowisku pozostają również cytokiny oraz czynnik wzrostu nazywany promotorem regeneracji nerwu (*bone morphogenetic proteins* – BMP-6), które razem z nowymi cytokinami warunkują odbudowę nerwu wzdłuż osłonki Keya-Retziusa. Istnieje kilka skal stopniujących uszkodzenia nerwów. Historyczne porównanie dwóch z nich przedsta-

Tabela 1. Klasyfikacja uszkodzeń nerwów obwodowych według Seddona i modyfikacji Sunderlanda. Zaznaczono stan neurodestrukcji i możliwej regeneracji po zastosowaniu mrożenia nerwów (porównanie własne na podstawie [14])

Skala Seddona	Klasyfikacja Sunderlanda
1. Neurapraxia: ucisk na nerw bez przerwania ciągłości	– stopień I – blok przewodzenia z powodu kompresji lub niedokrwienia przy zachowanej ciągłości nerwu, z ogniskową demielinizacją; powrót funkcji nerwu po 2–3 tygodniach; neuropraxia
2. Axonirnesis: nerw nienaruszony, aksony przerwane, nerwy mogą się zregenerować	– stopień II – uraz aksonu, bez zmian w tkance okołonerwowej; regeneracja nerwu z szybkością 1 mm/dzień; odpowiada axonotmesis Seddona; – stopień III – uszkodzenie endoneurium, bez zmian w epineurium, powrót funkcji zależy od włókien śródściennych
3. Neuroirnesis: przerwanie ciągłości nerwu powodujące jego porażenie	– stopień IV – uszkodzenie wszystkich osłonek z wyjątkiem epineurium; zazwyczaj występuje powiększenie nerwu – stopień V – całkowite przerwanie ciągłości nerwu; odpowiada neurotmesis Seddona

Tabela 2. Praktyczne wybrane wskazania i przeciwwskazania do zabiegów kriolezji wykonywanych w poradniach leczenia bólu, zebrane na podstawie przykładowych opisów [9, 15]

Wskazania	Przeciwwskazania
inwazyjne leczenie bólu nowotworowego	brak świadomej zgody pacjenta
neuralgia nerwu nadłopatkowego	brak współpracy z pacjentem
ból w zespole bolesnego barku, zespoły bólów przedramienia, entezopatie	zmiany infekcyjne skóry
ból klatki piersiowej po torakotomii, złamaniach żeber, mostka	ciężkie choroby układu krążenia
neuralgia z powodu nerwiaków nerwów obwodowych, ból ściany brzucha, neuralgia nerwu biodrowo-podbrzusznego, nerwu udowo-płciowego i nerwu pachwinowego	ostre stany niedokrwienia serca
bóle po pólpaściu	stany niedokrwienia mózgu
inwazyjne leczenie bólu fantomowego, ból czaszkowo-twarzowy, neuralgie nerwów potylicznych, neuralgie w obrębie czaszki w zakresie unerwienia nerwu trójdzielnego	choroba zakrzepowo-zatorowa
bóle stawów u pacjentów wykluczonych z leczenia chirurgicznego	ciężkie koagulopatie, stosowanie antykoagulantów bez monitorowania układu krzepnięcia
ból kręgosłupa pochodzenia stawowego, bóle w obrębie kończyny dolnej, neuralgia nerwu skórno-bocznego uda, nerwu udowo-goleniowego, neuralgia gałązek nerwu kolanowego, ostroga piętowa	
bóle po operacjach przepukliny	
ból miednicy i krocza, neuralgia nerwu sromowego, kokcygodynia, neuralgia nerwów pośladkowych, neuropatia nerwów zasłonowych	

wiono w tabeli 1. Z upływem czasu nerw poddany kriolezji ulega regeneracji wzdłuż naturalnego przebiegu osłonek nerwu. Jest to regeneracja strukturalna. Jego fizjologiczne funkcje powracają i wtedy występuje regeneracja czynnościowa. Dodatkowo po mrożeniu występuje efekt autoimmunologiczny oraz likwidacja patologicznych miejsc receptorowych, co przedłuża działanie analgetyczne [2].

WSKAZANIA DO ZABIEGU

Zasadniczym wskazaniem do kriolezji są przewlekłe dolegliwości bólowe związane z uciskiem lub stanem zapalnym nerwów obwodowych. W praktyce najczęściej stosowana jest w leczeniu bólu w różnych postaciach neuropatii obwodowych, bólu w obrębie kończyny górnej w przebiegu zapalenia nerwu nadłopatkowego, a także w bólu w innych stanach związanych z zapaleniem nerwów obwodowych (zespół bolesnego barku, łokieć tenisisty i łokieć golfisty oraz tzw. ostrogi piętowe). Metoda ta ma też zastosowanie w bólach ściany klatki piersiowej związanych z różnymi zaburzeniami, takimi jak: nerwiaki po torakotomii, uporczywy ból po złamaniach żeber oraz nerwoból popółpaściowy w obrębie klatki piersiowej.

Stosuje się ją w bólach pleców i bólu kończyn dolnych w następstwie patologii stawów kręgosłupa lędźwiowego, rzekomej rwie kulszowej, bólach związanych z więzadłem międzykolcowym lub nerwem pośladkowym górnym, bólem stawu krzyżowo-biodrowego, nerwobólem nerwów pośladków.

Przeciwwskazaniami do zabiegu są: brak współpracy z pacjentem, gdyż konieczny jest dobry kontakt w czasie stymulacji i mrożenia, ciężkie koagulopatie, ciężkie zmia-

ny infekcyjne. Przeciwwskazaniem stanowią również ciężkie choroby układu krążenia, ostre stany niedokrwienia mięśnia serca oraz mózgu.

Uważa się, że jeśli w miejscu wkłucia aplikatora i wykonania kriolezji występują zmiany zapalne lub infekcyjne skóry, to zabieg powinien być przesunięty w czasie. Brak świadomej zgody pacjenta na zabieg oraz brak współpracy są przeciwwskazaniem do zastosowania tej metody. Więcej wskazań praktycznych wymieniono w tabeli 2.

PRZEPROWADZENIE ZABIEGU

Kriolezja nerwów w celu leczenia bólu powinna odbyć się po kwalifikacji. Destrukcję przeprowadza się po określeniu wskazań z wywiadu, badania przedmiotowego, analizie badań obrazowych oraz przede wszystkim po pozytywnym wyniku iniekcji diagnostycznej. Iniekcję kwalifikującą okolicy planowanego zabiegu wykonuje się zwykle z użyciem lokalnego anestetyku – tzw. blokada diagnostyczna.

Ze względu na potencjalną małą inwazyjność metody przyjmuje się, że redukcja bólu o ponad 50% jest wskazaniem do zastosowania kriolezji. Zabieg wykonywany jest w znieczuleniu miejscowym skóry. Wprowadzenie kriosondy, sondy mrozącej, może nastąpić przez nacięcie skóry lub torem kaniuli dopasowanej do rozmiaru sondy. Sonda mrożąca wprowadzana jest pod kontrolą USG lub RTG (ramię C) tak, aby koniec znalazł się w bezpośrednim sąsiedztwie nerwu. Celem kriolezji jest wybiórcze uszkodzenie gałązki przewodzącej ból, stąd konieczność umieszczenia kriosondy nie dalej niż 3–5 mm od celu, zakładając, że średnica tworzącej się kuli lodowej osiąga zazwyczaj ok. 4–5 mm.

Po kontroli umieszczenia sondy w sąsiedztwie docelowego nerwu możliwe jest stymulowanie nerwu czuciowe i ruchowe, aby potwierdzić odległość nerwu od kriosondy. Im niższe napięcie stymulacyjne, tym bliżej nerwu znajduje się kriosonda.

Położenie nerwu stwierdza się stymulacją czuciową (100 Hz) i ruchową (2 Hz) w granicach 0,6–1,2 V, aby rozpoznać zbyt bliskie położenie względem nerwu ruchowego, co objawiałoby się bezwiednym ruchem ręki lub stopy.

Jeżeli podczas stymulacji czuciowej ból odczuwany przez pacjenta ma podobny charakter i topografię do bólu typowego dla pacjenta, uzyskuje się dodatkową informację diagnostyczną i pozytywny czynnik rokowniczy. Zazwyczaj (w czasie jednego zabiegu) przeprowadza się 2–3 cykle mrożenia, z odstępem pozwalającym na odmrożenie sondy. Większość nerwów obwodowych jest dobrze dostępna dla kontroli USG i pozwala na bezpośrednie śledzenie powstającej kuli lodu. W zakresie kręgosłupa wystarczają kostne punkty odniesienia do lokalizacji gałązek stawowych, choć w przypadku nasilonych zmian zwyrodnieniowych i deformacji oraz po zabiegach neurochirurgicznych i ortopedycznych ich lokalizacja może być znacznie utrudniona lub wręcz niemożliwa z powodu występowania cieni akustycznych (artefaktów) tworzących się za silnym echem z odbicia fali ultradźwiękowej od tkanki uwapnionej [9].

Podczas ablacji guzów i innych miękkich tkanek jedną lub więcej sond wprowadza się przezskórnie w środek zmiany, również zwykle pod kontrolą USG. Zaleca się, aby tworzenie kul lodowych obejmowało obszar przynajmniej o 1 cm większy niż rozmiar guza, aby zapewnić całkowitą ablację. Zakres rozmiarów kuli lodowej można ocenić za pomocą ultradźwięków, tomografii komputerowej i rezonansu magnetycznego (MRI). Podskórne wstrzyknięcie soli fizjologicznej jest niekiedy wymagane jako forma ochrony skóry. W szczególności krioablacja zasadniczo nie wpływa na mięśnie, w tym np. na mięsień piersiowy. Miejscowe znieczulenie jest zwykle wystarczające do przeprowadzenia zabiegu w tym miejscu. Najczęściej stosuje się dwa cykle zamrażania i rozmrażania o różnych okresach trwania [1, 9].

W leczeniu bólu kriolezja tkanki nerwowej jest bezpiecznym zabiegiem, gdy wykonywana jest pod kontrolą USG oraz z zastosowaniem stymulacji diagnostycznej [16, 17]. Zamrożone włókna czuciowe tkanki nerwowej nie ulegają trwałemu uszkodzeniu. Jeśli jednak dojdzie do uszkodzenia nerwów ruchowych danego mięśnia, może dojść do jego niedowładu. Rzadkim skutkiem ubocznym kriolezji są infekcje w miejscu wkłucia, podrażnienia tkanki miękkiej, zbliznowacenia czy krwawienia.

ZABIEGI KRIODESTRUKCJI W MEDYCYNIE PALIATYWNEJ

Krioablację stosuje się w celu kontrolowania bólu układu mięśniowo-szkieletowego w wielu przypadkach paliatywnych. Jest skuteczna w odniesieniu do szerokiego zakresu obszarów szkieletowych, w tym nerwów obwodowych i nerwów kręgosłupa, tak, że zarówno poprawę oceny bólu, jak i zmniejszenie bólu można uzyskać w ciągu zaledwie jednego tygodnia terapii [18]. Callstrom i wsp. zgłosili zmniejszenie bólu w skali wzrokowo-analogowej (Visual Analogue Scale – VAS) od 7,1/10 przed leczeniem do 4/10

po 4 tygodniach kriolezji [18]. Należy zaznaczyć, że efekty długoterminowe są zmienne. Niektóre badania wykazują poprawę w ciągu 6 miesięcy i dłużej [18], podczas gdy inni autorzy opisują nawrót bólu już po 3 miesiącach lub szybciej [19]. Środki wspomagające, takie jak selektywne blokowanie nerwów, mogą potęgować efekt krioterapii we wskazaniach paliatywnych [20]. Opisywane są korzystne skojarzenia krioablacji nerwów w przerzutach do kości z terapią bisfosfonianami, skutkujące zmniejszeniem bólu [21].

W przypadku dużych przerzutów do miednicy uzyskiwano również zadowalającą kontrolę bólu połączeniu metod krioablacji i cementoplastyki [22].

Dostępne jest liczne piśmiennictwo na temat zastosowania kriolezji w leczeniu bólu w zmianach kostnych, zarówno w pierwotnych guzach kości, jak i łagodnych zmianach, np. torbielach kości [23, 24].

Krioterapia okazała się również skuteczna w terapii łagodnych, lokalnie inwazyjnych guzów desmoidalnych, z dobrym odsetkiem odpowiedzi i progresją nowotworu od 0% do 4% w ciągu 2 lat po ablacji [25, 26].

Uważa się, że ablacja zmiany mniejszej niż 2 cm bez erozji korowej ma szczególnie korzystne rokowanie. W nielicznych badaniach wykazano, że przeżycie wolne od wznowy po roku od zabiegu zostało osiągnięte w 85% przypadków [27]. W rekomendacjach zaznacza się, że środki dodatkowe, takie jak osteoplastyka, mogą być konieczne niezależnie od wykonanej krioablacji.

Opisano zastosowanie krioterapii w leczeniu objawów nawrotu mięsaka zaotrzewnowego. Fan i wsp. wykazali znaczne zmniejszenie bólu – z 7,49/10 do 5,44/10 ($p = 0,01$) w skali VAS – po krioterapii tego typu przypadków [28]. Powikłania występowały rzadko, z chwilową neuropatią, najczęściej w maksymalnie 6% przypadków, w zależności od położenia zmiany [29].

Krioablacja jest też stosowana w przypadku nieoperacyjnych guzów takich narządów, jak: gruczoł sutkowy, gruczoł prostaty, nerka, wątroba, oraz niektórych przerzutach [30].

W przypadku grasiczaka uciskającego tchawicę i powodującego kaszel, duszność oraz obrzęk twarzy uzyskano poprawę i satysfakcję pacjentki z leczenia po 2 tygodniach zastosowania kilku zabiegów kriolezji [31].

Ciekawym opisem zastosowania krioablacji jest artykuł z 2019 r., w którym przeprowadzono systematyczny przegląd literatury z baz danych PubMed, WOS i Scopus, aby zidentyfikować badania w języku angielskim dotyczące wyników krioablacji u pacjentów z rakiem piersi. Celem tego przeglądu była synteza zastosowań krioablacji jako metody ablacyjnego leczenia raka piersi na różnych etapach zaawansowania. Niektórzy autorzy stosowali krioablację u pacjentów z chorobą przerzutową, podczas gdy inni u pacjentów, którzy nie kwalifikowali się do operacji lub odmówili leczenia chirurgicznego. Opisano przypadki, w których krioablacja w paliatywnym leczeniu raka piersi w IV stopniu zaawansowania pozwalała w zadowalający sposób zmniejszyć ogniska nowotworu i towarzyszących mu dolegliwości [32, 33].

Krioablacja może indukować zarówno zwiększoną, jak i zmniejszoną odporność przeciwnowotworową. Koagulacyjna martwica komórek nowotworowych w centralnej ►

strefie zmiany indukowanej przez krioablację może zoptymalizować prezentację antygenów specyficznych dla nowotworu układowi odpornościowemu, co powoduje aktywację i proliferację komórek T. W modelu mysim krioabłacja spowodowała specyficzną dla nowotworu odpowiedź komórek T w regionalnym węzle chłonnym i zwiększyła aktywność komórek NK (*natural killer*) [34].

Natomiast niektóre komórki nowotworowe ulegają apoptozie w strefie obwodowej zmiany nowotworowej, mimo że zabieg mrożenia wykonany był w części centralnej.

Gdy komórki prezentujące antygen, takie jak komórki dendrytyczne i makrofagi, fagocyty, komórki nowotworowe po krioapoptozie, występują bez sygnałów, antygeny nowotworowe są prezentowane na cząsteczkach MHC klasy I bez jednoczesnej stymulacji komórek T. Umierające komórki w wyniku krioapoptozy mogą wydzielać cytokiny immunosupresyjne, m.in. interleukinę 10 i transformujący czynnik wzrostu β . To indukuje energię i zahamowanie klonowania [34, 35]. Trudno jest zatem przewidzieć, który efekt – immunostymulujący czy immunosupresyjny – ma większy wpływ. Krioabłacja może wywołać korzystny efekt absopalny, czyli korzystny efekt pozamiejscowy na odległe ogniska przerzutowe [36]. Efekt immunomodulujący wywołany przez krioabłację doprowadził do badań analizujących krioabłację w połączeniu z immunoterapią układową. Liang i wsp. badali kliniczne zalety krioabłacji w połączeniu z terapią komórkami NK i trastuzumabem w nawracającym raku piersi HER2-dodatnim [37]. Terapia złożona z trzech kombinacji wykazała poprawę odsetka odpowiedzi nowotworu, zmniejszenie poziomu krążących komórek nowotworowych i markerów nowotworowych oraz dłuższe przeżycie bez progresji w porównaniu z samą krioabłacją.

W badaniu pilotażowym przeprowadzonym w Memorial Sloan Kettering Cancer Center u pacjentów z rakiem piersi leczonych przedoperacyjną krioabłacją guza i pojedynczą dawką ipilimumabu (przeciwciała anty-CTLA-4) [2] takie postępowanie okazało się bezpieczne, tolerowane i nie powodowało opóźnień w przeprowadzeniu wcześniej zaplanowanego zabiegu. Analizy eksploracyjne wykazały, że terapia skojarzona była związana z trwałym wzrostem obwodowym cytokin typu Th1, aktywowanych i proliferujących limfocytów T CD4+ i CD8+ oraz poproliferacyjnych komórek efektorowych T względem komórek regulatorowych T w obrębie guza. Wykazano także, że w porównaniu z monoterapią połączenie krioabłacji i ipilimumabu wiązało się z silnym wzrostem ilościowym elementów morfotycznych krwi obwodowej i klonów limfocytów T wewnątrz guza po terapii [2].

KIERUNKI ROZWOJU KRIOLEZJI

Obecnie kriolezja jest metodą inwazyjnej walki z bólem, w przyszłości może być jednak rozpowszechniona na takich oddziałach szpitalnych jak: neurochirurgia, ortopedia, laryngologia, torakochirurgia czy onkologia, gdyż jej skuteczność jest wysoka, cechuje ją mała liczba powikłań lub ich brak.

Ciekawym zastosowaniem jest połączenie krioabłacji z immunoterapią w chorobach onkologicznych, gdyż kriolezja może zwiększyć immunogenność. Potrzebne są dalsze badania kliniczne w tym zakresie [36]. Medycyna palia-

tywna jest dziedziną, w której zastosowanie kriolezji oraz krioabłacji ze względu na prostotę metody, małe koszty zabiegu oraz znikomą liczbę działań ubocznych jest warte rozważenia.

Warte uwagi jest to, że zabiegi kriolezji mogą być wykorzystywane w szerszym zakresie w poradniach leczenia bólu przy oddziałach onkologicznych oraz w opiece paliatywnej. Skuteczne leczenie bólu nowotworowego wymaga postępowania zgodnego z wytycznymi leczenia bólu w chorobach nowotworowych, szczególnie adekwatnego zastosowania leków opioidowych i adjuwantowych. U pacjentów z chorobą nowotworową występują jednak współistniejące zespoły bólowe. Wykonanie zabiegów inwazyjnych może przynieść korzyść w postaci zmniejszenia bólu, bez radykalnego zwiększania dawki leków. U takich pacjentów wykonanie inwazyjnego zabiegu jest metodą z wyboru. Zabiegi kriolezji są jedną z alternatyw leczenia inwazyjnego, których zastosowanie ze względu na ich małą inwazyjność jest warte uwagi i rozpowszechnienia.

Literatura

- Mahnken AH, König AM, Figiel JH. Current Technique and Application of Percutaneous Cryotherapy. *Rofo* 2018; 190: 836-846.
- Takada M, Toi M. Cryosurgery for primary breast cancers, its biological impact, and clinical outcomes. *Int J Clin Oncol* 2019; 24: 608-613.
- Arnott J. Practical illustrations of the remedial efficacy of a very low or anaesthetic temperature. I. In cancer. *Lancet* 1850; 2: 257-259.
- Pusey WA. The use of carbon dioxide snow in the treatment of nevi and other lesions of the skin. *J Am Med Assoc* 1907; 49: 1354-1356.
- Cooper IS, Lee A. Cryostatic congelation: a system for producing a limited controlled region of cooling or freezing of biologic tissues. *J Nerv Ment Dis* 1961; 133: 259-263.
- Torre D. Alternate cryogens for cryosurgery. *J Dermatol Surg* 1975; 1: 56-58.
- Braun KP, Brookman-Amissh S, Geissler K i wsp. Ganzkörperkryotherapie bei Patienten mit entzündlich-rheumatischen Erkrankungen. Eine prospektive Studie. *Medizinische Klinik* 2009; 104: 192-196.
- Haq A, Ribbans WJ, Baross AW. Enhancing the physiology and effectiveness of whole-body cryotherapy treatment for sports recovery by establishing an optimum protocol: a review of recent perspectives. *J Phys Med* 2018; 1: 41-52.
- Godek P. Kriolezja i termolezja w praktyce ortopedy – doświadczenia własne. *Praktyczna Ortopedia i Traumatologia*; 20 lipca 2018, Nr 5.
- Xu KC, Niu LZ, He WB i wsp. Percutaneous cryosurgery for the treatment of hepatic colorectal metastases. *World J Gastroenterol* 2008; 14: 1430-1436.
- Kaufman CS, Littrup PJ, Freeman-Gibb LA i wsp. Officebased cryoablation of breast fibroadenomas: 12-month followup. *J Am Coll Surg* 2004; 198: 914-923.
- Simmons RM, Ballman KV, Cox C i wsp. A phase II trial exploring the success of cryoablation therapy in the treatment of invasive breast carcinoma: results from ACOSOG (Alliance) Z1072. *Ann Surg Oncol* 2016; 23: 2438-2445.
- Gage AA, Baust J. Mechanisms of tissue injury in cryosurgery. *Cryobiology* 1998; 37: 171-186.
- Chhabra A, Ahlawat S, Belzberg A, Andreisek G. Peripheral nerve injury grading simplified on MR neurography: as referenced to Seddon and Sunderland classifications. *Indian J Radiol Imaging* 2014; 24: 217-224.
- Andrzej Kubler – AnalgoMed; dostępne na: <https://analgomed.pl/jak-leczymy/kriolezja/>
- Pfleiderer SO, Freesmeyer MG, Marx C i wsp. Cryotherapy of breast cancer under ultrasound guidance: initial results and limitations. *Eur Radiol* 2002; 12: 3009-3014.

17. Mauri G, Sconfienza LM, Pescatori LC i wsp. Technical success, technique efficacy and complications of minimally-invasive imaging-guided percutaneous ablation procedures of breast cancer: A systematic review and meta-analysis. Eur Radiol 2017; 27: 3199-3210.
18. Callstrom MR, Dupuy DE, Solomon SB i wsp. Percutaneous image-guided cryoablation of painful metastases involving bone: multicenter trial. Cancer 2013; 119: 1033-1041.
19. Prologo JD, Passalacqua M, Patel I i wsp. Image-guided cryoablation for the treatment of painful musculoskeletal metastatic disease: a single-center experience. Skeletal Radiol 2014; 43: 1551-1559.
20. Tomasian A, Wallace A, Northrup B i wsp. Spine cryoablation: pain palliation and local tumor control for vertebral metastases. Am J Neuroradiol 2016; 37: 189-195.
21. Li F, Wang W, Li L i wsp. An effective therapy to painful bone metastases: cryoablation combined with zoledronic acid. Pathol Oncol Res 2014; 20: 885-891.
22. Coupal TM, Pennycook K, Mallinson PI i wsp. The hopeless case? Palliative cryoablation and cementoplasty procedures for palliation of large pelvic bone metastases. Pain Physician 2017; 20: E1053-E1061.
23. Tsoumakidou G, Too CW, Garmon J i wsp. Treatment of a spinal aneurysmal bone cyst using combined image-guided cryoablation and cementoplasty. Skeletal Radiol 2015; 44: 285-289.
24. Griauzde J, Gemmete JJ, Farley F. Successful treatment of a Musculoskeletal Tumor Society grade 3 aneurysmal bone cyst with N-butyl cyanoacrylate embolization and percutaneous cryoablation. J Vasc Interv Radiol 2015; 26: 905-909.
25. Havez M, Lippa N, Al-Ammari S i wsp. Percutaneous image-guided cryoablation in inoperable extra-abdominal desmoid tumors: a study of tolerability and efficacy. Cardiovasc Interv Radiol 2014; 37: 1500-1506.
26. Schmitz JJ, Schmit GD, Atwell TD i wsp. Percutaneous cryoablation of extra-abdominal desmoid tumors: a 10-year experience. Am J Roentgenol 2016; 207: 190-195.
27. Deschamps F, Farouil G, Ternes N i wsp. Thermal ablation techniques: a curative treatment of bone metastases in selected patients? Eur Radiol 2014; 24: 1971-1980.
28. Fan WZ, Niu LZ, Wang Y i wsp. Initial experience: alleviation of pain with percutaneous CT-guided cryoablation for recurrent retroperitoneal soft-tissue sarcoma. J Vasc Interv Radiol 2016; 27: 1798-1805.
29. Tomasian A, Wallace A, Northrup B i wsp. Spine cryoablation: pain palliation and local tumor control for vertebral metastases. Am J Neuroradiol 2016; 37: 189-195.
30. Niu L, Zhou L, Xu K, Mu F. The role of cryosurgery in palliative care for cancer. Ann Palliat Med 2013; 2: 26-34.
31. Yamauchi Y, Izumi Y, Hashimoto K i wsp. Palliative percutaneous cryoabla-

tion in a patient with locally advanced invasive thymoma.. Eur Respir J 2012; 39: 505-507.

32. Pusceddu C, Sotgia B, Amucano G i wsp. Breast cryoablation in patients with bone metastatic breast cancer. J Vasc Interv Radiol 2014; 25: 1225-1232.
33. Littrup PJ, Bang HJ, Currier BP i wsp. Soft-tissue cryoablation in diffuse locations: feasibility and intermediate term outcomes. J Vasc Interv Radiol 2013; 24: 1817-1825.
34. Wen J, Duan Y, Zou Y i wsp. Cryoablation induces necrosis and apoptosis in lung adenocarcinoma in mice. Technol Cancer Res Treat 2007; 6: 635-640.
35. Yang WL, Addona T, Nair DG i wsp. Apoptosis induced by cryo-injury in human colorectal cancer cells is associated with mitochondrial dysfunction. Int J Cancer 2003; 103: 360-369.
36. Abdo J, Cornell DL, Mittal SK, Agrawal DK. Immunotherapy plus cryotherapy: potential augmented abscopal effect for advanced cancers. Front Oncol 2018; 8: 85.
37. Liang S, Niu L, Xu K i wsp. Tumor cryoablation in combination with natural killer cells therapy and Herceptin in patients with HER2-overexpressing recurrent breast cancer. Mol Immunol 2017; 92: 45-53.

Artykuł został zamieszczony w czasopiśmie „Medycyna Paliatywna”, 2020, 13 (1), s. 9 – 18.

**dr hab. n. med. Piotr Jakubów¹, dr Urszula Kościuczek^{2,3},
dr Juliusz Kosel², lek. Aleksander Turczynowicz⁴,
lek. Kacper Luchowski⁴, lek. Mariola Tałałaj⁵,
lek. Julia Kondracka⁶**

- 1 Zakład Medycyny Paliatywnej, Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dzieci i Młodzieży z Pododdziałem Pooperacyjnym i Leczenia Bólu, Klinika Kardiologii, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku
- 2 Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Poradnia Medycyny Paliatywnej Vitamed
- 3 Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku
- 4 Studenckie Koło Naukowe, Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii
- 5 Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dzieci i Młodzieży z Pododdziałem Pooperacyjnym i Leczenia Bólu, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku
- 6 Studentka, Gdański Uniwersytet Medyczny

reklama

Polski producent łóżek do opieki długoterminowej, łóżek szpitalnych i szafek przyłóżkowych



Łóżko obrotowe SABINA to nowoczesne rozwiązanie w opiece nad pacjentami i wspomagające ich rehabilitację. Oprócz standardowych funkcji, w jakie wyposażone jest łóżko do opieki długoterminowej, posiada funkcje obrotu i nachylenia ułatwiające pionizację pacjenta. Sterowanie wszystkimi funkcjami odbywa się z jednego 12-przyciskowego pilota.



www.metalowiec.com.pl

Metalowiec sp. z o.o.

46-100 Namysłów, ul. Fabryczna 2

tel. 77 4104558, 607682550

e-mail: biuro@metalowiec.com.pl,

j.zubek@metalowiec.com.pl



Rehabilitacja kompleksowa osób niepełnosprawnych

Anna Wilmowska-Pietruszyńska, Krzysztof Czechowski

Niepełnosprawność

Każdy stan chorobowy, niezależnie od jego przyczyny i charakteru, może zakończyć się powrotem do zdrowia, zgonem lub powodować długotrwałe lub trwałe upośledzenie sprawności fizycznej i/lub psychicznej (niepełnosprawność, niesamodzielność).

„Niepełnosprawność” według Światowej Organizacji Zdrowia to wynikające z uszkodzenia i upośledzenia funkcji organizmu ograniczenie lub brak zdolności do wykonywania czynności w sposób lub w zakresie uważanym za normalne dla człowieka. Za niepełnosprawne uważa się osoby, które nie mogą, częściowo lub całkowicie, zapewnić sobie możliwości samodzielnego normalnego życia indywidualnego i społecznego na skutek wrodzonego lub nabytego upośledzenia sprawności fizycznych i/lub psychicznych. Są to osoby, które wskutek utraty sprawności fizycznej i/lub psychicznej w następstwie uszkodzenia narządów lub układów organizmu nie mogą pokonać barier środowiskowych, ekonomicznych i społecznych w taki sposób jak inni ludzie.

Pojęcie „osoba niepełnosprawna” pojawiło się w naszym kraju w roku 1982 w uchwale Sejmu w sprawie inwalidów i osób niepełnosprawnych [1]. Aktualna definicja zawarta jest w ustawie o rehabilitacji zawodowej i społecznej oraz zatrudnianiu osób niepełnosprawnych [2]. Zgodnie z tą ustawą niepełnosprawnymi są osoby, których stan fizyczny, psychiczny lub umysłowy trwale lub okresowo utrudnia, ogranicza bądź uniemożliwia wypełnianie ról społecznych, a w szczególności ogranicza zdolność do wykonywania pracy zawodowej.

Według Światowego Raportu Niepełnosprawności (WHO, Bank Światowy, 2012) na świecie żyje ponad miliard ludzi niepełnosprawnych, w tym 190 mln boryka się ze znacznymi trudnościami w funkcjonowaniu. Według szacunków WHO w latach 70. poprzedniego stulecia osoby niepełnosprawne stanowiły 10% ogółu ludności świata. Jednak liczba osób niepełnosprawnych wciąż rośnie i obecnie stanowi 15% wszystkich ludzi. Zmiana ta jest spowodowana wydłużeniem trwania życia, występowaniem chorób przewlekłych (choroby serca, cukrzyca itp.), a także urazami (wypadki drogowe, klęski żywiołowe).

Globalny raport WHO na temat równości w zdrowiu osób niepełnosprawnych (WHO, 2023) szacuje, że 1,3 miliarda ludzi doświadcza znacznej niepełnosprawności, co stanowi 16% światowej populacji [3].

Zgodnie z informacją zawartą na stronie gov.pl w 2019

roku w Polsce osób z niepełnosprawnościami, które mają prawne potwierdzenie niepełnosprawności jest ponad 3 mln. W rzeczywistości jest ich dużo więcej [4]. Według Informacji Rządu Rzeczypospolitej Polskiej o działaniach podejmowanych w 2019 r. na rzecz realizacji postanowień Uchwały Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 1 sierpnia 1997 r. – Karta Praw Osób Niepełnosprawnych wyniki reprezentacyjnego Badania Aktywności Ekonomicznej Ludności wskazują, że populacja osób niepełnosprawnych prawnie w wieku 16 lat i więcej w Polsce w 2019 r. liczyła 3038 tys., co stanowiło 10,0% ogółu populacji osób w tym wieku objętej zakresem BAEL [5]. Na podstawie wyników uzyskanych z Europejskiego Ankietowego Badania Zdrowia (EHIS 2019) przeprowadzonego przez GUS w 2019 r. niepełnosprawność w ujęciu prawnym lub biologicznym (z poważnymi ograniczeniami) dotknęła 13% osób w naszym kraju [6].

Rehabilitacja

Bardzo istotne znaczenie dla zmniejszenia liczby osób niepełnosprawnych i umożliwienia im udziału w życiu społecznym i zawodowym ma możliwość poddania tych osób kompleksowej rehabilitacji.

Termin „rehabilitacja” został wprowadzony przez Douglasa McMurtie – dyrektora Instytutu Czerwonego Krzyża dla Inwalidów w Nowym Jorku, gdzie byli rehabilitowani inwalidzi po I wojnie światowej. Wskazywał on lecznicze, społeczne i ekonomiczne efekty rehabilitacji. Jeszcze przed I wojną światową efekty ekonomiczne rehabilitacji dostrzegł Paul Pastur, który przekonał władze miasta Charlerois w Belgii, że znacznie lepsze efekty dla osób niepełnosprawnych daje nauczanie zawodu niż pobyt w placówkach opiekuńczych.

Pierwszy oddział kliniczny rehabilitacji utworzył w roku 1946 w Bellevue Hospital Center w Nowym Jorku Howard Rusk. W 1948 r. Wiktor Dega utworzył w Poznaniu pierwszy w Polsce oddział rehabilitacji. Był on też pierwszym prezesem Polskiego Towarzystwa Walki z Kalectwem, zrzeszającego osoby reprezentujące różne zawody, zainteresowane problematyką niepełnosprawności i rehabilitacji. Howard Rusk i Wiktor Dega są uznawani za twórców współczesnej rehabilitacji.

Epidemia choroby poliomyelitis w Polsce w 1951 r. spowodowała konieczność dalszego rozwoju placówek rehabilitacyjnych – ambulatoryjnych i stacjonarnych (10 zakładów leczniczo-wychowawczych na terenie Polski). Podjęto kształcenie specjalistów rehabilitacji (specjalność kliniczna

dla lekarzy). Powołano kliniki i zakłady rehabilitacji w akademiach medycznych. Magistrów rehabilitacji kształcono w akademiach wychowania fizycznego. Uczelnie wyższe kształcą obecnie magistrów fizjoterapii.

Duży wkład w rozwój rehabilitacji w Polsce wniósł również Marian Weiss – twórca i wieloletni dyrektor Stołecznego Centrum Rehabilitacji w Konstancinie, gdzie rehabilitacji kompleksowej uczyli się specjaliści nie tylko z Polski, ale też z wielu krajów świata.

Dobrze rozwijająca się w naszym kraju rehabilitacja, m.in. pod kierunkiem Wiktora Degi, stała się wzorem dla innych. Już blisko 50 lat temu tzw. Polska Szkoła Rehabilitacji była rekomendowana przez WHO jako wzór postępowania dla innych krajów. Koncepcja ta zakładała, że rehabilitacja powinna być wczesna, powszechna, kompleksowa i ciągła. Mimo że minęło wiele lat te założenia są nadal aktualne. Wczesność zakłada stosowanie rehabilitacji już od początku choroby, co stwarza większe szanse na odtworzenie utraconych w wyniku choroby lub urazu funkcji i zmniejsza liczbę ewentualnych powikłań. Powszechność zgodnie z założeniami prawa krajowego i międzynarodowego nakłada na państwo obowiązek umożliwienia wszystkim potrzebującym korzystania z rehabilitacji. Kompleksowość warunkuje zastosowanie wszelkich dostępnych i nowoczesnych form rehabilitacji przy uwzględnieniu pracy całego zespołu, w którego skład wchodzi lekarz specjalista rehabilitacji medycznej, fizjoterapeuta, masażysta, pielęgniarka, psycholog, logopeda, pedagog specjalny, ergoterapeuta, pracownik socjalny, technik ortopeda i inni. Należy pamiętać, że rehabilitacja nie może się kończyć w momencie wypisania pacjenta ze szpitala. Dlatego zachowanie ciągłości rehabilitacji jest konieczne m.in. dla utrzymania uzyskanych efektów leczenia, jak i spowolnienia postępu choroby w przypadku schorzeń o charakterze przewlekłym. Istotne jest także ściśle powiązanie rehabilitacji medycznej z rehabilitacją społeczną i zawodową. Tak rozumiana rehabilitacja jest uznana za integralną część leczenia pacjentów i ma zastosowanie w wielu dziedzinach współczesnej medycyny. Jest ona złożonym procesem medyczno-społecznym, który leczy i usprawnia człowieka, a nie skupia się tylko na chorobie.

Jakość i efekty rehabilitacji są zależne od działań zespołu rehabilitacyjnego. Tylko taki zespół współpracujących ze sobą i z pacjentem specjalistów może realizować program rehabilitacji. Pacjent musi także uzyskać odpowiednie informacje dotyczące dalszego postępowania rehabilitacyjnego, edukacji, nauki zawodu, przekwalifikowania i ewentualnego zatrudnienia.

„Rehabilitacja” według Światowej Organizacji Zdrowia to kompleksowe i skoordynowane stosowanie środków medycznych, socjalnych i zawodowych w celu usprawnienia osób z naruszoną sprawnością organizmu i uzyskania możliwie najlepszego stanu funkcjonalnego.

Efektywność procesu rehabilitacji zależy od podjęcia usprawnienia jak najwcześniej (od początku choroby). Wcześniej rozpoczęta rehabilitacja skraca okres leczenia oraz zapobiega powstawaniu lub utrwaleniu niepełnosprawności.

W programie rehabilitacji kompleksowej uwzględniamy rehabilitację:

- leczniczą – nowoczesny program leczenia mający na celu przywrócenie w jak najkrótszym czasie sprawności pozwalającej na uczestnictwo w życiu społecznym, a w przypadku uszkodzeń morfologicznych – wykształcenie i utrwalenie mechanizmów zastępczych;
- społeczną – przygotowującą osobę niepełnosprawną do czynnego udziału w życiu społecznym (nauka pokonywania barier środowiskowych i technicznych oraz uodpornienie psychiczne);
- zawodową – przywrócenie zdolności do pracy, przekwalifikowanie zawodowe, a także stworzenie warunków do podjęcia pracy po zakończeniu rehabilitacji.

Wiktor Dega wskazywał: „Jeśli rehabilitacja lecznicza nie będzie ściśle powiązana z rehabilitacją socjalną i zawodową, wynik rehabilitacji nie będzie pełny”.

W naszym kraju rehabilitacja lecznicza jest realizowana przez Narodowy Fundusz Zdrowia (NFZ), Zakład Ubezpieczeń Społecznych (ZUS) i Kasę Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego (KRUS). NFZ finansuje rehabilitację leczniczą zgodnie z ustawą o świadczeniach opieki zdrowotnej finansowanych ze środków publicznych [7]. Obejmuje ona rehabilitację leczniczą, programy zdrowotne i leczenie uzdrowiskowe. Świadczenia rehabilitacji leczniczej mogą być realizowane w warunkach ambulatoryjnych, domowych, ośrodkach lub oddziałach dziennych i stacjonarnych.

Rehabilitacja lecznicza w ramach prewencji rentowej jest realizowana przez Zakład Ubezpieczeń Społecznych. Obecnie tą formą rehabilitacji objęte są osoby ze schorzeniami układu krążenia i układu ruchu (stanowiącymi około 50% przyczyn niezdolności do pracy), a także układu oddechowego, schorzeniami onkologicznymi i psychosomatycznymi. Przez 20 lat skorzystało z programu rehabilitacji leczniczej w ramach prewencji rentowej ponad milion osób ubezpieczonych.

Także KRUS prowadzi rehabilitację leczniczą dla osób zagrożonych niezdolnością do pracy w gospodarstwie rolnym oraz okresowo niezdolnych do pracy w celu minimalizacji tej niezdolności.

Głównym źródłem finansowania rehabilitacji społecznej i zawodowej jest Państwowy Fundusz Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych (PFRON).

Rehabilitacja społeczna zgodnie z art. 9 ustawy o rehabilitacji zawodowej i społecznej oraz zatrudnianiu osób niepełnosprawnych [8] ma na celu umożliwienie osobom niepełnosprawnym uczestnictwa w życiu społecznym i jest realizowana poprzez:

- wyrabianie zaradności osobistej i pobudzanie aktywności społecznej osoby niepełnosprawnej;
- wyrabianie umiejętności samodzielnego wypełniania ról społecznych;
- likwidację barier, w szczególności architektonicznych, urbanistycznych, transportowych, technicznych, w komunikowaniu się i w dostępie do informacji oraz edukacji;
- kształtowanie w społeczeństwie właściwych postaw i zachowań sprzyjających integracji z osobami niepełnosprawnymi.

Natomiast celem rehabilitacji zawodowej jest ułatwienie osobom niepełnosprawnym uzyskania i utrzymania odpowiedniego zatrudnienia i awansu zawodowego przez umożliwienie jej korzystania z poradnictwa zawodowego, ►

szkolenia zawodowego i pośrednictwa pracy.

Do realizacji tego celu niezbędne jest:

- dokonanie oceny zdolności do pracy,
- prowadzenie poradnictwa zawodowego uwzględniającego ocenę zdolności do pracy oraz umożliwiającego wybór odpowiedniego zawodu i szkolenia,
- przygotowanie zawodowe z uwzględnieniem perspektyw zatrudnienia,
- dobór odpowiedniego miejsca pracy i jego wyposażenie,
- określenie środków technicznych umożliwiających lub ułatwiających wykonywanie pracy, a w razie potrzeby – przedmiotów ortopedycznych, środków pomocniczych, sprzętu rehabilitacyjnego itp.

Instytucje ubezpieczenia społecznego ZUS i KRUS są zobowiązane do prowadzenia zadań w zakresie rehabilitacji zawodowej i zgodnie z ustawą z 1996 r. o zmianie niektórych ustaw o zaopatrzeniu emerytalnym i ubezpieczeniu społecznym [9] wprowadzono nowe świadczenie – rentę szkoleniową. Ma ona na celu umożliwienie przekwalifikowania zawodowego osobom ubezpieczonym, które utraciły zdolność do pracy zarobkowej w wyuczonym zawodzie. W 2005 r. wprowadzono także możliwość przyznawania renty szkoleniowej rolnikom ubezpieczonym w KRUS [10].

Obok funkcjonującej już od lat 90. poprzedniego stulecia rehabilitacji leczniczej w ramach prewencji rentowej jest to kolejna forma działań rehabilitacyjnych stwarzająca osobom ubezpieczonym możliwość powrotu do aktywności zawodowej. Przekwalifikowanie zawodowe powinno więc pełnić istotną rolę w systemie zabezpieczania społecznego w naszym kraju. Mimo rangi tego świadczenia jest ono relatywnie rzadko przyznawane.

Program rehabilitacji kompleksowej funkcjonuje już od lat 90. ubiegłego wieku. Pozwoliłby on na lepsze wykorzystywanie możliwości, jakie daje osobom ubezpieczonym renta szkoleniowa, gdyby było możliwe odtworzenie specjalnych ośrodków rehabilitacji kompleksowej.

W Niemczech funkcjonuje prawie 30 takich ośrodków, a na Litwie – kilkanaście.

Dla prawidłowego rozwiązywania problemów społecznych w każdym nowoczesnym kraju konieczny jest rozwój rehabilitacji kompleksowej.

Również akty prawa międzynarodowego podkreślają konieczność kompleksowej rehabilitacji:

■ Konwencja nr 128 Międzynarodowej Organizacji Pracy z 1967 r. stanowi, że każde państwo członkowskie związane konwencją powinno świadczyć usługi rehabilitacyjne mające na celu przygotowanie inwalidów w każdym przypadku, gdzie jest to możliwe, do powrotu do poprzednio wykonywanej pracy lub do innej pracy, która odpowiada najlepszym ich uzdolnieniom, a także podjąć środki ułatwiające inwalidom podjęcie zatrudnienia [11].

■ Rozporządzenie Rady (EWG) nr 1408/71 z 14 czerwca 1971 r. [12] również dotyczy świadczeń z tytułu inwalidztwa łącznie ze świadczeniami służącymi zachowaniu albo zwiększeniu zdolności do zarabkowania. Inwalidztwo cechuje więc utrata zdolności do pracy najczęściej przed osiągnięciem wieku emerytalnego z powodu naruszenia sprawności organizmu w następstwie choroby lub urazu. Powoduje to ukończenie lub ograniczenie aktywności zawodowej, a więc konieczna jest nie tylko rekompensata

utraconych dochodów z pracy, ale także podjęcie działań w zakresie rehabilitacji zawodowej i społecznej.

■ Konwencja ONZ o prawach osób niepełnosprawnych [13] (2006 r.), ratyfikowana przez Polskę 6 września 2012 r. stanowi: Państwa Strony podejmą skuteczne i odpowiednie środki, uwzględniając wsparcie wzajemnie udzielane sobie przez osoby niepełnosprawne oraz wsparcie udzielane przez inne osoby, w celu umożliwienia osobom niepełnosprawnym uzyskania i utrzymania możliwie największej niezależności, pełnych zdolności fizycznych, intelektualnych, społecznych i zawodowych oraz pełnej integracji i udziału we wszystkich aspektach życia społeczeństwa. W tym celu Państwa-Strony zorganizują, wzmocnią i rozwiną usługi i programy w zakresie wszechstronnej rehabilitacji, w szczególności w obszarze zdrowia, zatrudnienia, edukacji i usług socjalnych, w taki sposób, aby usługi i programy:

1. były dostępne od możliwie najwcześniejszego etapu i były oparte na multidyscyplinarnej ocenie indywidualnych potrzeb i potencjału,
2. wspierały udział i integrację w społeczeństwie oraz włączenie we wszystkie aspekty życia społeczeństwa, były dobrowolne i dostępne dla osób niepełnosprawnych możliwie blisko społeczności, w których żyją, w tym na obszarach wiejskich.

■ Powszechna deklaracja praw człowieka ONZ [14]. Zapisano w niej m.in., że osoba niepełnosprawna nie powinna być przez całe życie traktowana jako przedmiot opieki. Osoba taka jest obywatelem o specjalnych potrzebach wynikających z konkretnej niepełnosprawności. Potrzeby te powinny być spełniane na gruncie społecznym w kontekście „normalności”. Zasadnicze znaczenie ma uczestnictwo, a głównym jego warunkiem jest dostęp do społeczeństwa.

■ Standardowe zasady wyrównywania szans osób niepełnosprawnych ONZ [15]: Rządy państw powinny opracować własne programy rehabilitacji dla wszystkich grup osób niepełnosprawnych. Programy te powinny być oparte na potrzebach osób niepełnosprawnych i na zasadach pełnego uczestnictwa i równości. Rehabilitacja powinna być dostępna dla wszystkich osób, które jej potrzebują i opierać się powinna na ciągłości postępowania w kontekście biopsychospołecznym, uwzględniając zarówno czynniki osobowe, jak i środowiskowe, zgodnie z Międzynarodową Klasyfikacją Funkcjonowania, Niepełnosprawności i Zdrowia (WHO). Rehabilitacja powinna zapewnić osobiste wsparcie osobom niepełnosprawnym i przyczynić się do pełnego ich uczestnictwa we wszystkich aspektach życia.

Globalny plan działania WHO na rzecz niepełnosprawności na lata 2014–2021 [16] stanowi, że niepełnosprawność jest globalnym problemem zdrowia publicznego, ponieważ osoby niepełnosprawne przez całe swoje życie zmagają się z pokonywaniem występujących barier w dostępie do świadczeń zdrowotnych i powiązanych z nimi rehabilitacją; edukacją; zatrudnieniem; mieszkaniem i transportem. Celem planu jest:

- usunięcie barier oraz poprawa dostępu do świadczeń i programów zdrowotnych;
- wzmocnianie i rozwój rehabilitacji i technologii wspomagających, pomocy i świadczeń wspierających oraz rehabilitacji środowiskowej;
- wzmocnienie zbierania porównywalnych w skali mię-

POZNAJ

NOWOŚCI OD OMNIOXY

PREMIERA **NOWYCH KOMÓR HIPERBARYCZNYCH**
NA MIĘDZYNARODOWYCH TARGACH
REHABILITACJI I FIZJOTERAPII

**Ptak Warsaw Expo**

Nadarzyn k. Warszawy

27-29.09.23

/ Stoisko C2.12.



omniox.com



#Odkryj moc regeneracji z OMNIOXY

dzynarodowej danych na temat niepełnosprawności oraz wspieranie badań nad niepełnosprawnością i związanych z nią świadczeń.

Międzynarodowa Organizacja Rehabilitacji (Rehabilitation International, RI) poprzez współpracę z różnymi organizacjami i ekspertami w ponad 100 krajach od ponad 100 lat wspiera osoby niepełnosprawne. Zabiega m.in. o ich lepszy dostęp do edukacji, rehabilitacji, opieki zdrowotnej, zatrudnienia, wymiaru sprawiedliwości. Na Światowym Kongresie w Seulu w 2012 r. z okazji 90-lecia działalności RI podkreślono rolę rehabilitacji w zapobieganiu niepełnosprawności i zmniejszaniu jej stopnia.

Joachim Breuer, wiceprezydent RI Europe, mówił: „Zaproponowano mi, abym poruszył kwestię rehabilitacji jako inwestycji, ze szczególnym naciskiem na zdemaskowanie mitu głoszącego, że rehabilitacja, powrót do pracy, zarządzanie niepełnosprawnością oraz wszelkie inne środki wspierające uczestnictwo i włączenie społeczne osób z niepełnosprawnością to przede wszystkim koszt dla społeczeństwa. Od wielu lat jestem gorącym zwolennikiem rehabilitacji. Moje przekonanie, że przynosi ona korzyści społeczeństwu i gospodarce, wyrosło z doświadczenia w zajmowaniu się odszkodowaniami oraz rehabilitacją osób, które doznały wypadku w pracy lub które dotknęła choroba zawodowa. Wciąż brakuje świadomości potencjału tkwiącego w rehabilitacji – zwłaszcza w kwestii zmiany percepcji, jaką może spowodować rehabilitacja (tzn. skupieniu się na sprawności zamiast na niepełnosprawności)” [17].

Raport sporządzony przez Europejską Agencję Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy wykazał, że Polska znajduje się w IV (ostatniej) grupie państw, które mają ograniczone ramy prawne w zakresie rehabilitacji i powrotu do pracy. Brak międzyresortowych, koordynowanych działań w zakresie rehabilitacji medycznej, psychospołecznej i zawodowej prowadzi do ograniczenia możliwości powrotu lub wejścia na rynek pracy. Z powyższych względów coraz większe znaczenie nabiera koncepcja Powrotu do Pracy – *Return to Work* (RTW), obejmująca wszystkie procedury i inicjatywy mające na celu ułatwienie powrotu do pracy osób, u których stwierdza się niepełnosprawność w stopniu powodującym niezdolność do pracy w dotychczas wykonywanym zawodzie w następstwie choroby lub urazu.

Bez rehabilitacji nie istnieje uwieńczony powodzeniem powrót do pracy i czynnego uczestnictwa w życiu społeczeństwa. Aby utrzymać miejsce pracy, rehabilitację należy rozpocząć wcześniej i w stosownym momencie, bezpośrednio po utracie zatrudnienia przez osobę niepełnosprawną.

W naszym kraju konieczne jest natychmiastowe utworzenie systemu wczesnej rehabilitacji kompleksowej, który ułatwiałby powrót osobom niepełnosprawnym do pracy i czynnego udziału w życiu społecznym. Sprawnie działający system zapobiegnie przedłużającej się hospitalizacji, da szansę powrotu do pracy i uczestnictwa w życiu społecznym. Konieczne jest także podjęcie działań mających na celu zmianę organizacji udzielania świadczeń w zakresie:

- leczenia (wczesna prawidłowa diagnostyka w celu wdrożenia właściwego leczenia i skrócenia okresu czasowej niezdolności do pracy),
- wczesnej rehabilitacji kompleksowej dostosowanej do stanu funkcjonalnego ON zgodnie z Międzynarodo-

wą Klasyfikacją Funkcjonowania, Niepełnosprawności i Zdrowia (ICF).

Aktualnie w Polsce czas oczekiwania na rehabilitację wynosi od kilku tygodni do kilku miesięcy, a w tym okresie dochodzi do utrwalenia negatywnych zmian funkcjonalnych i pogorszenia się stanu psychicznego i fizycznego pacjenta. Rehabilitacja powinna stać się w naszym kraju, podobnie jak w innych krajach ważnym elementem polityki społecznej.

Głównym celem rehabilitacji jest umożliwienie osobom niepełnosprawnym prowadzenia życia zgodnego z ich życzeniem przy akceptacji nieuniknionych ograniczeń aktywności wynikających z uszkodzeń będących skutkiem choroby lub urazu. Cel ten można osiągnąć przez połączenie następujących działań:

- likwidacja lub redukcja dysfunkcji,
- likwidacja lub redukcja barier dla uczestnictwa w środowisku, w którym żyje osoba niepełnosprawna,
- wspieranie reintegracji społecznej.

W działaniach zogniskowanych na potrzeby pacjenta właściwe jest dążenie do optymalizacji zarówno aktywności, jak i uczestnictwa.

Dr Howard Rusk z Wydziału Rehabilitacji i Medycyny Fizycznej w Szpitalu Bellevue w Nowym Jorku mówił: „Rehabilitacja rozciąga się na okres zawarty między łóżkiem chorego, a jego warsztatem pracy”, „Opieramy się raczej na pozostałych zdolnościach chorego, a nie jego niezdolnościach i uczymy, jak żyć i pracować przy tym, co mu pozostało”.

Duża liczba osób, które z powodu chorób, urazów i ich następstw stają się niepełnosprawne, tworzy konieczność podjęcia aktywnych działań mających na celu przywrócenie lub poprawę sprawności tych osób i umożliwienie im pełnego uczestnictwa w życiu społecznym. Wiktor Dega, współtwórca polskiej szkoły rehabilitacji, mówił: „Nieludzkim jest uratowanie człowiekowi życia, a potem pozostawienie go samemu sobie. Tymczasem właśnie wczesna i dostępna dla wszystkich rehabilitacja zmniejsza cierpienie, poprawia sprawność i jakość życia człowieka” [18].

Skala niezdolności do pracy z powodu następstw chorób lub urazów w Polsce

Ponad milion osób każdego roku pobiera świadczenia z ubezpieczenia społecznego z powodu czasowej, długotrwałej lub trwałej niezdolności do pracy w następstwie chorób lub urazów.

85 tysięcy pracowników doznaje urazów powodujących czasową lub długotrwałą niezdolność do pracy. Tylko 27% osób niepełnosprawnych jest aktywnych zawodowo.

W 2020 r. wydatki na świadczenia pieniężne związane z niezdolnością do pracy w obszarze realizowanym przez ZUS, w tym łącznie ze środków budżetu państwa oraz ze środków własnych pracodawców, wyniosły łącznie 42 509,7 mln zł. W stosunku do roku 2019 r. ich wzrost wyniósł blisko 10,0%.

W przypadku rent z tytułu niezdolności do pracy najwyższe koszty wystąpiły w związku z chorobami układu krążenia – 17,4%, urazami, zatruciami – 15,9%, chorobami układu kostno-stawowego – 15,7% oraz zaburzeniami psychicznymi i zaburzeniami zachowania – 15,6%.

W wydatkach na renty z tytułu całkowitej niezdolności do pracy dominowały wydatki związane z zaburzeniami psychicznymi i zaburzeniami zachowania – 23,3%.

W strukturze wydatków na świadczenia rehabilitacyjne największy udział wydatkowanych kwot na te świadczenia odnotowano w związku z niezdolnością do pracy spowodowaną chorobami układu kostno-stawowego, mięśniowego i tkanki łącznej – 31,3%, zaburzeniami psychicznymi i zaburzeniami zachowania – 17,0%, urazami, zatruciami i innymi określonymi skutkami działania czynników zewnętrznych – 16,5%, chorobami układu krążenia – 9,5% i nowotworami – 9,3%.

Projekt rehabilitacji kompleksowej

Jedną z odpowiedzi na powyższe wyzwania jest projekt europejski „Wypracowanie i pilotażowe wdrożenie modelu kompleksowej rehabilitacji umożliwiającej podjęcie lub powrót do pracy”, realizowany przez Państwowy Fundusz Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych w partnerstwie z Zakładem Ubezpieczeń Społecznych oraz Centralnym Instytutem Ochrony Pracy – Państwowym Instytutem Badawczym. Należy podkreślić, iż ma on charakter pilotażowy, a głównym celem działania Ośrodków Rehabilitacji Kompleksowej jest pilotaż nowego podejścia do zatrudnienia osób niepełnosprawnych.

Celem projektu jest przygotowanie i przetestowanie modelu RK, pozwalające na podjęcie lub powrót do aktywności zawodowej osób, które w następstwie choroby lub urazu – utraciły zdolność wykonywania dotychczasowego zawodu, ale mogłyby po przekwalifikowaniu podjąć inną pracę, adekwatną do ich zainteresowań i stanu funkcjonalnego oraz osób niepełnosprawnych, które z powodu upośledzenia funkcji organizmu nie pracowały, ale mają motywację do zdobycia zawodu i podjęcia pracy odpowiedniej do ich możliwości funkcjonalnych.

Projekt ma na celu podniesienie jakości i skuteczności rehabilitacji osób zagrożonych niepełnosprawnością i niepełnosprawnych w stopniu powodującym niezdolność do pracy, tak aby mogły aktywnie uczestniczyć w życiu społecznym i zawodowym.

Zgodnie z wypracowanym przez grupę ekspertów modelem, rehabilitacja kompleksowa jest prowadzona równolegle w trzech modułach:

- zawodowym: mającym na celu ułatwienie osobie niepełnosprawnej uzyskania nowego zawodu i utrzymania odpowiedniego zatrudnienia;
- psychospołecznym: mającym na celu zmotywowanie uczestnika projektu do powrotu do pracy i przygotowanie go do uczestnictwa w życiu społecznym i zawodowym;
- medycznym: mającym na celu przywrócenie lub odtwo-

Tabela 1. Wydatki na świadczenia związane z niezdolnością do pracy poniesione w latach 2016–2020

Wyszczególnienie	2016	2017	2018	2019	2020
Renty z tytułu niezdolności do pracy					
Wydatki w tys. zł	15 007 081,9	14 608 136,0	13 689 477,0	13 585 937,9	13 678 237,7
Przeciętna miesięczna liczba świadczeniobiorców w tys.	933,8	843,9	750,2	699,6	657,1
Renty socjalne					
Wydatki w tys. zł	2090 128,0	2497 901,6	2760 861,6	3265 051,5	3582 207,7
Przeciętna miesięczna liczba świadczeniobiorców w tys.	264,2	266,4	268,3	270,8	274,2
Świadczenia rehabilitacyjne					
Wypłaty w tys. zł	1525 158,0	1665 471,5	1728 042,9	1853 913,2	2253 234,4
Przeciętna miesięczna liczba świadczeniobiorców w tys.	82,8	87,4	86,0	86,7	93,8
Absencja chorobowa finansowana z FUS i funduszy zakładów pracy					
Wypłaty w tys. zł	16 282 733,1	17 650 500,4	18 443 634,3	19 748 163,8	22 932 379,1
Liczba dni absencji chorobowej w tys.	220 176,0	229 578,0	226 757,9	226 088,2	246 501,1
Rehabilitacja lecznicza w ramach prewencji rentowej ZUS					
Koszt rehabilitacji	176 441,1	182 422,6	190 293,5	201 847,2	63 648,1
Liczba osób poddanych rehabilitacji leczniczej w tys.	85,4	88,8	90,6	28,0	

Źródło: <https://psz.zus.pl/> (portal statystyczny ZUS)

Tabela 2. Wydatki ogółem na świadczenia związane z niezdolnością do pracy poniesione w 2020 r. według grup chorobowych będących przyczyną niezdolności do pracy i płci świadczeniobiorców

Grupy chorobowe	Razem		Mężczyźni		Kobiety	
Kwota wypłat	w tys. zł	w %	w tys. zł	w %	w tys. zł	w %
OGÓŁEM (A00–Z99)	42 509 707,0	100,0	21 612 556,3	100,0	20 897 150,7	100,0
Niektóre choroby zakaźne i pasożytnicze (A00–B99)	299 780,3	0,7	153 133,3	0,7	146 647,0	0,7
Nowotwory (C00–D48)	1 815 498,5	4,3	922 040,2	4,3	893 458,3	4,3
Choroby krwi i narządów krwiotwórczych (D50–D89)	87 160,5	0,2	42 749,0	0,2	44 411,5	0,2
Zaburzenia wydzielania wewnętrznego, stanu odżywiania i przemiany metabolicznej (E00–E90)	422 713,9	1,0	264 624,8	1,2	158 089,1	0,7
Zaburzenia psychiczne i zaburzenia zachowania (F00–F99)	7 253 292,5	17,1	3 640 226,4	16,8	3 613 066,1	17,3
Choroby układu nerwowego (G00–G99)	3 425 984,3	8,0	1 928 305,8	8,9	1 497 678,5	7,2
Choroby oka i przydatków oka (H00–H59)	714 959,4	1,7	451 076,1	2,1	263 883,3	1,3
Choroby ucha i wyrostka sutkowatego (H60–H95)	459 761,9	1,1	361 771,3	1,7	97 990,6	0,5
Choroby układu krążenia (I00–I99)	3 647 459,6	8,6	2 836 345,3	13,1	811 114,3	3,9
Choroby układu oddechowego (J00–J99)	3 809 513,3	9,0	1 705 568,1	7,9	2 103 945,2	10,1
Choroby układu trawiennego (K00–K93)	984 271,5	2,3	617 788,2	2,9	366 483,3	1,7
Choroby skóry i tkanki podskórnej (L00–L99)	323 998,5	0,8	204 290,2	0,9	119 708,3	0,6
Choroby układu kostno-stawowego, mięśniowego i tkanki łącznej (M00–M99)	6 200 962,8	14,6	3 650 625,3	16,9	2 550 337,5	12,2
Choroby układu moczowo-płciowego (N00–N99)	768 246,5	1,8	294 748,7	1,4	4734 97,8	2,3
Ciąża, poród i połóg (O00–O99)	5 275 466,6	12,4	—	—	5 275 466,6	25,2
Niektóre stany rozpoczynające się w okresie okołoporodowym (P00–P96)	—	—	—	—	—	—

Źródło: <https://psz.zus.pl/> (portal statystyczny ZUS)

rzenie utraconych funkcji w jak największym, możliwym do osiągnięcia stopniu.

Stanowi zespołowe działanie na rzecz osoby niepełnosprawnej fizycznie lub psychicznie (lub z deficytem w w/w obszarach), aby mogła ona powrócić do życia społecznego oraz zawodowego. Rehabilitacja medyczna jest integralną częścią procesu terapeutycznego, na równi z innymi metodami leczenia, współdecydującą o jego ostatecznej efektywności.

Zakres i formy prowadzonych działań rehabilitacji kompleksowej jest ustalany indywidualnie dla każdego uczestnika programu i dostosowany do indywidualnych potrzeb i możliwości, przy jego czynnym udziale.

Efektem jest uzyskanie przez uczestników programu nowego zawodu i zatrudnienia, w dotychczasowym bądź nowym zakładzie pracy oraz ich uczestnictwo w życiu społecznym i zawodowym, a także poprawa jakości ich życia.

Dotychczas ponad czterysta osób ukończyło rehabilitację kompleksową w ośrodkach rehabilitacji kompleksowej.

Efektywność modelu rehabilitacji kompleksowej jest weryfikowana poprzez ewaluację zewnętrzną (I cykl badania 07.08.2022, n=134, badanie ilościowe). Wyniki ewaluacji częściowej wskazują, że ponad 2/3 uczestników ocenia, że po projekcie ich życie zmieniło się na lepsze. Do pozytywnego odbioru efektów projektu mogła się przyczynić profesjonalna analiza sytuacji uczestników i indywidualizowane wsparcie. Niemal 80% uczestników wskazuje, że działania realizowane w projekcie były dopasowane do ich potrzeb.

75% uczestników, którzy pracują po ukończeniu projektu uważa, że udział w rehabilitacji kompleksowej pomógł im podjąć pracę zarobkową. Dla uczestników jednym z najważniejszych efektów w zakresie zatrudnienia były zdobyte formalne uprawnienia zawodowe (np. certyfikat).

Dotychczasowe wyniki są obiecujące. Dzięki wsparciu, oferowanym przez ośrodki rehabilitacji kompleksowej, uczestnicy zdobywają poszukiwane przez pracodawców kwalifikacje, które gwarantują im zatrudnienie na otwartym rynku pracy (ponad 55 proc. osób, które ukończyło projekt już pracuje).

Według Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju: „W przypadku osób niepełnosprawnych, należy koncentrować się na tworzeniu warunków do ich wczesnego powrotu do pracy i utrzymania się w zatrudnieniu m.in. poprzez stymulację motywacji, rehabilitację medyczną, uzupełnianie kwalifikacji czy likwidację barier mentalnych i środowiskowych. W tym celu należy stworzyć sieć synergicznych powiązań pomiędzy różnymi instytucjami (np. ZUS, KRUS, PFRON, NFZ, placówki medyczne). Istnieje także konieczność podejmowania kompleksowych i wielowymiarowych działań z zakresu rehabilitacji medycznej (w tym psychologicznej), społecznej i zawodowej, prowadzących do pełnego włączenia społecznego” [19].

Podsumowanie

W naszym kraju w 2020 r. ponad 1 000 000 osób pobierało świadczenia z systemu zabezpieczenia społecznego z tytułu czasowej, długotrwałej lub trwałej niezdolności do pracy w następstwie chorób lub urazów. Wiele z tych osób mogłoby powrócić do czynnego życia społecznego i zawodowego po wprowadzeniu systemu rehabilitacji kompleksowej (medycznej, społecznej i zawodowej).

Aktywność zawodowa osób z niepełnosprawnościami jest jednym z najlepszych sposobów na wyjście z izolacji społecznej, nierzadko również biedy oraz wpływa na ogólną poprawę ich dobrostanu i jakości życia. Praca dla osób z niepełnosprawnością oznacza z jednej strony wyższą jakość ich życia dzięki posiadaniu dochodów i aktywnemu funkcjonowaniu w społeczeństwie, z drugiej zaś – stanowi także korzyść dla gospodarki. Przywrócenie zdolności i umożliwienie podjęcia lub powrotu do pracy osobom z niepełnosprawnościami jest więc istotne zarówno ze społecznego, jak i ekonomicznego punktu widzenia.

Rehabilitacja powinna stać się w naszym kraju, podobnie jak w innych krajach, ważnym elementem polityki społecznej. Dla realizacji tego celu konieczne jest wspólne działanie wszystkich instytucji służących osobom niepełnosprawnym oraz koordynacja tych działań w celu stworzenia spójnego Narodowego Programu Rehabilitacji. Prawdopodobnie prowadzona, wczesna rehabilitacja może przyczynić się do skrócenia czasu pobytu chorych w oddziałach szpitalnych, które mogłyby wtedy objąć leczeniem większą liczbę chorych. Kompleksowa rehabilitacja osób niepełnosprawnych jest warunkiem integracji społecznej i realizowania praw osób niepełnosprawnych. Dostęp do rehabilitacji należy do podstawowych praw człowieka. Rehabilitacja kompleksowa to społeczna i ekonomiczna konieczność.

Konieczność jakościowej zmiany podejścia do aktywności zawodowej osób niepełnosprawnych niezwykle celnie ujął Piotr Pawłowski, niekwestionowany i nieodżałowany autorytet w tej dziedzinie, w artykule „Sprawni w pracy” w magazynie „Integracja”:

„Umiejętności każdej osoby w dużym stopniu powinny świadczyć o jej zdolnościach i kwalifikacjach. Cały czas od-

czuwamy brak przygotowanych osób z niepełnosprawnością, które odnalazłyby się na atrakcyjnych stanowiskach i w prestiżowych zawodach. Brak specjalistycznego kształcenia naszego środowiska sprawia, że większą wartość dla wielu pracodawców stanowi stopień niepełnosprawności niż kwalifikacje. A za zachodnią granicą, oprócz zdiagnozowania możliwości każdej osoby, szkoli się ją, patrząc przez pryzmat potrzeb rynku pracy i poszukiwanych kwalifikacji. Po szkoleniu bez problemu można znaleźć pracę.

Na koniec rzecz fundamentalna. Czy jako społeczeństwo wyrażamy zgodę, aby przebywały na zasiłkach i rentach osoby, które mogą w pełni lub w ograniczonym zakresie podjąć pracę? Czy nie warto zrobić wszystkiego, aby każdy, kto czuje taką potrzebę, miał stworzone warunki do jej realizacji?”.

Literatura

1. Dega W., Koncepcja rehabilitacji, [w:] Rehabilitacja medyczna, red. Milańska K., Dega W., Warszawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 1998.
2. Demaskowanie mitów związanych z powrotem do pracy i miejsc pracy integrujących społecznie, Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania 2012, Nr 5.
3. Hulek A., Podstawy rehabilitacji inwalidów, Warszawa, Wyd. PZWL, 1964.
4. Informacja Rządu Rzeczypospolitej Polskiej o działaniach podejmowanych w 2019 r. na rzecz realizacji postanowień uchwały sejmiku RP z dn. 1 sierpnia 1997 r.
5. Konwencja ONZ o prawach osób niepełnosprawnych, Dz. U. z 2012 r., poz. 1169
6. Kwolek A., Perspektywy rehabilitacji u progu XXI wieku, Zamość, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, 2003.
7. Kwolek A., Rehabilitacja medyczna, Wrocław, Elsevier Urban & Partner, 2012.
8. Lubecki M., Rola ośrodków rehabilitacyjno-ortopedycznych w polskim modelu rehabilitacji medycznej w drugiej połowie XX wieku, Hygeia Public Health 2011, Nr 2.
9. Pawłowski P., Sprawni w pracy, Integracja 3/2018, <http://www.niepelnosprawni.pl/ledge/x/663226>.
10. Portal statystyczny ZUS, <https://psz.zus.pl>
11. Projekt globalnego planu działania WHO na rzecz niepełnosprawności na lata 2014–2021, Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania 2014, Nr IV(13).
12. Rejzner C., Szczygalska-Majewska M., Wybrane zagadnienia z rehabilitacji, Warszawa, Centrum Metodyczne Doskonalenia Nauczycieli Średniego Szkolnictwa Medycznego, 1992.
13. Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.) Dokument przyjęty uchwałą Rady Ministrów w dniu 14 lutego 2017 r., s. 166-167.
14. Światowy Raport o Niepełnosprawności, Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania 2014, Nr I(10).
15. Uścińska G., Wilmowska-Pietruszyńska A., red. nauk. (2014), Rehabilitacja zawodowa. Stan aktualny i proponowane zmiany, IPISS, PFRON, Warszawa.

Artykuł został zamieszczony w czasopiśmie „Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania”, nr I/2023(46).

dr hab. n. med. Anna Wilmowska-Pietruszyńska

Wydział Medyczny Uczelni Łazarskiego

mgr Krzysztof Czechowski

Państwowy Fundusz Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych

Wpływ nowoczesnych technologii i ich bezpieczeństwa na rozwój inteligentnej opieki zdrowotnej – cz. 1

Mateusz Kuczabski

Określenia ochrona zdrowia i opieka zdrowotna bywają często używane zamiennie. Ochrona zdrowia rozumiana jest w węższym znaczeniu, jako różnego rodzaju świadczenia usług medycznych zaspokajających potrzeby zdrowotne ludności, odnosi się pojęciowo do sensu stricte opieki zdrowotnej. Według definicji Światowej Organizacji Zdrowia, system ochrony zdrowia działa na rzecz zdrowia obywateli, realizuje zadania promocji zdrowia i profilaktyki zdrowotnej, organizuje społeczeństwo do walki o uzdrowienie otoczenia. Podobnie jest z terminami telemedycyna, teleopieka, m-zdrowie i e-zdrowie, kiedy to rozróżniamy usługi medyczne na odległość (telemedycyna) i zastosowanie technologii IT w systemie ochrony zdrowia (e-zdrowie). Natomiast pojawiające się pojęcie „cybermedycyna” stosowane jest głównie w obszarze medycyny zapobiegawczej, gdzie wymieniane są informacje służące edukacji zdrowotnej pacjenta, anonimowe dane kliniczne oraz dane dotyczące epidemiologii i zdrowia publicznego. Biorąc pod uwagę fakt, że dziś priorytetowymi w działalności i organizacji opieki zdrowotnej są kwestie stabilności finansowej, modelu usług, koncentracji na pacjencie, transformacji cyfrowej i zgodności z przepisami, liderzy branży medycznej starają się uczestniczyć w kształtowaniu przyszłej opieki zdrowotnej i budowaniu racjonalnego, stabilnego ekosystemu, który musi współpracować ze wszystkimi zainteresowanymi stronami zarówno w sektorze ochrony zdrowia, jak i poza nim. Współczesnym wyzwaniom medycyny, do których należą między innymi starzenie się społeczeństwa, rozprzestrzenianie się chorób przewlekłych, a także wykładniczy rozwój innowacyjnych i kosztownych technologii stymulujących wzrost popytu na usługi medyczne od kilku lat niezmiennie towarzyszy wzrost kosztów działalności w sektorze. Jednocześnie podejmowane są próby ekonomizacji rynku z zachowaniem warunku koniecznego, że przyszłością ma być, niedroga, łatwo dostępna i charakteryzująca się

Zanim staniesz się zbyt oczarowany ślicznymi gadżetami i hipnotyzującymi obrazami wideo, pozwól, że przypomnę Ci, że informacja to nie wiedza, wiedza to nie mądrość, a mądrość to nie przewidywanie. Każda wyrasta z kolejnej, a potrzebujemy ich wszystkich.
Arthur C. Clarke

wysoką jakością opieki medycznej. Przewiduje się, że w latach 2017-2022 globalne wydatki na zdrowie wzrosną z 7,724 USD do 10 059 bilionów USD, co stanowi wzrost o 5,4% rocznie. Medycyna spersonalizowana, rozprzestrzenianie się i rozwój technologii, pojawienie się konkurentów z dziedziny innowacji, rosnące zapotrzebowanie na alternatywne opcje funkcjonowania opieki zdrowotnej oraz poprawa modeli płatności za wykonane świadczenia, są czynnikami wpływającymi na wyniki finansowe wszystkich organizacji tworzących ekosystem opieki zdrowotnej. Już teraz obserwuje się na rynku dążenie do optymalizacji kosztów i efektów. W rezultacie, wprowadzane są

rozwiązania technologiczne, przeprowadzane są fuzje i przejęcia, rozwijają się partnerstwa międzyośrodkowe. Wyżej wskazane tendencje przedstawione zostały w analizie firmy doradczej Deloitte pt.: „Przyszłość ochrony zdrowia”. „Należy zauważyć, że branża zdrowotna na całym świecie poszukuje innowacyjnych rozwiązań, które pozwalałyby dostarczać skuteczne świadczenia zdrowotne w jak najniższej cenie. Publiczne i prywatne sektory opieki zdrowotnej od lat borykają się z presją na osiągnięcie zysku i z malejącym finansowaniem. Oczekuje się, że trend ten utrzyma się, ponieważ rosnący popyt, modernizacja infrastruktury oraz postępy w zakresie technologii obciążają już i tak ograniczone zasoby finansowe” [3]. Działalności sektora ochrony zdrowia towarzyszy mniej lub bardziej udolnie prowadzona polityka zdrowotna i ciasny gorset przepisów prawnych. Powodami regulacji w sektorze są zapewnienie wysokiej jakości opieki, zagwarantowanie bezpieczeństwa pacjentom, ograniczenie nadużyć i korupcji, istniejące i potencjalne zagrożenia (również wirtualne). Zakłady opieki zdrowotnej gromadzą coraz więcej informacji z całego systemu ochrony zdrowia. W tej skomplikowanej rzeczywistości rodzi się więc fundamentalne pytanie: jak zapewnić bezpieczeństwo, precyzję i rzetelność danych? Odpowiedź wydaje się z pozoru prosta – stosując technologie takie jak

Rys. 1.
Prognozowane
wydatki na opiekę
zdrowotną na
świecie.
Źródło: [https://
www2.deloitte.
com//](https://www2.deloitte.com//)



inteligentne przetwarzanie danych, elektroniczne, interoperacyjne bazy danych w chmurze, Internet rzeczy. Niestety w praktyce, na etapie wdrożenia, napotykają one na wiele problemów nurtujących środowisko, a mianowicie: rzetelność danych przekazywanych przez osoby i uzyskiwanych z systemów, własność danych i związana z nią odpowiedzialność, poufność w obliczu wyzwań związanych z cyberbezpieczeństwem, czy też komercyjne wykorzystanie danych. Na rysunku nr 1 przedstawiono prognozowane wydatki na opiekę zdrowotną na świecie.

Czym są nowoczesne technologie?

Informatyka jest integralną częścią współczesnego życia. Urządzenia cyfrowe wykorzystywane są prawie we wszystkich sferach działalności człowieka, w tym w zarządzaniu, nauce, edukacji, kulturze, biznesie, usługach społecznych i opiece zdrowotnej. Ewolucja technologii informatycznych zawsze była związana z rozwojem systemów opieki zdrowotnej. Telekomunikacja jest wykorzystywana do celów medycznych od pierwszych lat wprowadzenia, a komputery znalazły swoje miejsce wśród narzędzi, jakimi dysponuje opieka zdrowotna od około sześćdziesiątych lat XX wieku. Informatyka w działaniach organizacji medycznych obejmuje prawie wszystkie elementy począwszy od zarządzania zasobami ludzkimi, a na procesie leczenia i udzielania świadczeń medycznych skończywszy. Poszukując rozwiązań informatycznych do wspomagania zarządzania organizacjami z sektora ochrony zdrowia, należy uwzględnić jego specyfikę. Ochrona zdrowia najczęściej rozumiana jest jako system instytucjonalny, który ma na celu zaspokajanie potrzeb zdrowotnych ludności, a więc zapewnienie opieki zdrowotnej poszczególnym jednostkom i całej społeczności, w tym także stosowanie odpowiedniego zakresu działań zapobiegawczych, diagnostycznych, leczniczych i rehabilitacyjnych. Sektor ochrony zdrowia różni się od innych sektorów podobnie jak ludzkie zdrowie różni się od innych dóbr. Zdrowie nie posiada ceny oraz nie istnieje żaden rynek, na którym można je nabyć. Przedmiotem obrotu na rynku są natomiast usługi – świadczenia zdrowotne, które mają określoną cenę. Najczęściej stosowanym narzędziem informatycznym w opiece zdrowotnej jest

tw. system informacji medycznej (MIS), czyli system zarządzania dokumentami dla instytucji medycznych, który łączy problemy wspomagania decyzji medycznych, elektroniczną dokumentację medyczną (EDM) pacjentów, cyfrowe dane z badań medycznych, dane dotyczące monitorowania stanu pacjenta za pomocą wyrobów medycznych, środków komunikacji między pracownikami, informacje finansowe i administracyjne. Przez bardzo długi czas informacje tworzone w oparciu o technologię informatyczną i Internet wykorzystywane były jako wewnętrzne narzędzia systemu opieki zdrowotnej, czyli narzędzia do optymalizacji tzw. medycznych procesów produkcyjnych, interakcji organizacji medycznych i ich zespołów. Obecna sytuacja jest zasadniczo inna. W ciągu zaledwie kilku lat zjawisko zwane digitalizacją i rewolucyjny skok w dostępie do Internetu doprowadziły do tego, że wcześniej niedostępne technologie telemedyczne weszły w życie zwykłego obywatela. Z jednej strony organizacje medyczne, a nawet poszczególni lekarze zaczęli tworzyć strony internetowe, na których pacjenci mogli łatwo uzyskać informacje na temat działalności specjalistów, metod i wyników leczenia, opisów badań, wskazań i przeciwwskazań do konkretnych metod, znaleźć dane kontaktowe. Można powiedzieć, że dzięki Internetowi lekarze stali się bardziej dostępni i zrozumiali dla zwykłych obywateli, a zdigitalizowane dane medyczne zmieniły system relacji pacjent-lekarz. Zdecydowana większość aparatury i sprzętów medycznych, zarówno diagnostycznych, jak i terapeutycznych, zaczęła generować dane w postaci cyfrowej. Każdy pacjent, który został poddany na przykład obrazowaniu komputerowemu lub rezonansowi magnetycznemu, może otrzymać wszystkie dane badawcze na nośniku cyfrowym. Wiele laboratoriów przesyła pacjentom drogą elektroniczną wyniki swoich badań. To znacznie ułatwia przysyłanie informacji klinicznych na odległość bez zniekształcania danych i utraty ich wartości. Z drugiej strony ważną rolę w poprawie dostępności i ułatwianiu kontaktów odgrywają takie narzędzia, jak poczta elektroniczna, komunikatory internetowe i aplikacje mobilne. Dzięki tym kanałom komunikacji lekarze i pacjenci zaczęli się intensywniej ze sobą komunikować, przysyłać cyfrowe dane medyczne, co w pewnym zakresie



Rys. 2. Bioniczna proteza ręki.

Źródło: <http://www.cyfrowyszpital.pl/1244-2/>

się pomaga podejmować bardziej obiektywne decyzje kliniczne, a przede wszystkim angażować samych pacjentów w proces diagnostyki i terapii. Tworzy się nowy model relacji tzw. systemowo-partnerski, gdzie pacjent jest traktowany indywidualnie, badany jako dynamiczna całość. Występuje holistyczne rozumienie organizmów żywych – wszystkie części organizmu traktuje się jako wzajemnie zależne i powiązane w system. Dużą wagę przykładają do wpływów środowiska, stosunków rodzinnych, problemów emocjonalnych. Lekarz współdziała z chorym i jego rodziną w formułowaniu diagnozy i planowaniu działania terapeutycznego. Poszczególne etapy terapeutyczne dotyczą zdrowia pacjenta, jak również zdrowia jego rodziny. Lekarz zwraca uwagę na problemy, które mogą być powodem zagrożeń zdrowotnych w rodzinie, między innymi styl życia, występujące konflikty i zaburzenia. Coraz większe znaczenie w uzyskiwaniu wcześniej niedostępnych informacji medycznych dla szerokiego grona osób i ułatwianiu komunikacji pacjentów z lekarzami zaczynają odgrywać media społecznościowe. Nowy kierunek w opiece zdrowotnej powstał na styku technologii internetowych, urządzeń mobilnych (gadżetów), nowych sposobów komunikacji i potrzeby rozszerzenia dostępności usług medycznych e-zdrowia, zdrowia mobilnego i ważnego elementu tego zjawiska zwanego Internetem Rzeczy Medycznych. Trzeba tu zauważyć, że inteligentne przedmioty wykorzystywane w sektorze medycznym, wbrew pozorom, nie mają wiele wspólnego z opaskami monitorującymi aktywność lub inteligentnymi zegarkami. Wystarczy podkreślić, że aby określone przedmioty mogły zostać uznane za urządzenia medyczne (*medical devices* – MD), muszą zostać zaprojektowane i wyprodukowane zgodnie ze ściśle określonymi standardami jakości i ergonomii. Zgodnie z europejskim rozporządzeniem 2017/745 przyjętym 16 czerwca 2016 roku, certyfikacja urządzeń medycznych dotyczy wszystkich inteligentnych przedmiotów przeznaczonych do użytku medycznego: służących do diagnostyki oraz wykorzystywanych do celów terapeutycznych. Regulacja prawna dotycząca Internetu rzeczy (ang. IoT) w medycynie oznacza niewątpliwie nowy etap dojrzewania rynku. Właśnie te zmiany legislacyjne przyczyniły się do powstania wspomnianego wyżej zjawiska Internetu Rzeczy Me-

dycznych (*Internet of Medical Things* – IoMT). Technologia ta okazała się szczególnie przydatna w zakresie zdalnego monitorowania klinicznego, leczenia chorób przewlekłych, profilaktyki, opieki nad osobami starszymi oraz monitorowania kondycji chorych. W rezultacie, zastosowanie IoT w medycynie pozwala na obniżanie kosztów oraz poprawę efektywności i jakości opieki nad pacjentem. Przykładem zmian zachodzących na rynku jest projektowanie przedmiotów przy ścisłej współpracy z zespołami medycznymi. W ten sposób powstały na przykład inteligentne szklanki służące do monitorowania nawodnienia organizmu osób starszych, zaprojektowane przez startup Auxivia (wspierany przez OVH Digital Launch Pad) we współpracy z personelem medycznym francuskich domów opieki. W ciągu najbliższych kilku lat technologie mogą stać się kluczem do zmiany architektury opieki zdrowotnej i opieki medycznej. Kolejna runda ewolucji Internetu odgrywa w tym kluczową rolę. W oparciu o dotychczasowe doświadczenia i zachodzące zmiany, wydaje się możliwym wskazanie następujących, obiecujących obszarów dalszego intensywnego rozwoju technologii internetowych, które zarazem będą miały wpływ na bezpieczeństwo:

- informowanie obywateli korzystających z systemu opieki zdrowotnej;
- zapobieganie chorobom i kształtowanie zdrowego stylu życia;
- inteligentne systemy;
- telemedycyna skoncentrowana na pacjencie;
- m-zdrowie i Internet rzeczy medycznych;
- ocena i kontrola jakości opieki medycznej;
- systemy informacji medycznej i elektroniczne zarządzanie dokumentami;
- kształcenie na odległość;
- wsparcie badań;
- sprzedaż online leków i wyrobów medycznych.

Każdy z wymienionych obszarów wymaga dalszych poważnych badań naukowych i metodologicznych oraz uzasadnienia konsekwencji wpływu wyników na rynek opieki zdrowotnej i szeroko pojmowanego bezpieczeństwa. Efekt nieskoordynowanego, równoczesnego narażenia wszystkich interesariuszy systemu na wprowadzanie nieprzemyślanych rozwiązań może być nieprzewidywalny. Natomiast podejmowanie dalszych prób opracowania materiałów naukowych i metodologicznych na temat kierunków rozwoju technologii internetowych w opiece zdrowotnej pozwoli zarówno na ich najsukcesowniejsze wdrożenie, jak i zapewnienie cyberbezpieczeństwa.

Rozwój technologii bionicznych

Nowoczesne technologie rozwijają się tak szybko, że to, co do niedawna wydawało się nam fantastyczne i nieosiągalne, staje się rzeczywistością. Zwolennicy idei transhumanizmu wierzą, że dzięki przyspieszeniu postępu naukowego i technologicznego wkraczamy w zupełnie nowy etap rozwoju ludzkości i trudno z tą tezą dyskutować. Dzięki rozwojowi nowoczesnych technologii ludzkość zyskała możliwość nie tylko poradzenia sobie z fizycznymi ograniczeniami ludzkiego ciała, ale także nadania mu nowych możliwości. Istnieją dowody na to, że niektórzy ludzie w różnych krajach świata są gotowi nie tylko zaakceptować

technologie bioniczne, ale także je wykorzystać. Z raportu firmy Ericsson „10 Hot Consumer Trends 2019”, dotyczącego postrzegania nowych technologii, stopnia, w jakim ludzie są na nie gotowi oraz ich oczekiwań związanych z rozwojem technologii, wynika, że konsumenci oczekują technologii cyfrowych, które będą funkcjonować na bardziej ludzkich zasadach, ułatwią naukę i pracę oraz wyeliminują codzienne problemy. Ponad połowa obecnych użytkowników inteligentnych asystentów głosowych uważa, że będziemy używać języka ciała, ekspresji, intonacji i dotyku do interakcji z urządzeniami technicznymi tak, jakby były innymi ludźmi. Większość ocenia, że stanie się tak już w ciągu najbliższych trzech lat. Ponad połowa osób korzystających z rzeczywistości rozszerzonej lub wirtualnej uważa, że reklamy staną się na tyle realistyczne, że będą nie do odróżnienia od rzeczywistych produktów. Dzięki VR i AR konsumenci inaczej spojrzą również na zdjęcia. Trzech na czterech respondentów uważa, że już za pięć lat będą używali tych technologii do spacerów po zdjęciach ze swojego smartfonu. Osiemdziesiąt procent respondentów chciałoby poszerzyć swoje umiejętności za pomocą technologii. Jeden na trzech oczekuje, że implant zapewni połączenie z Internetem i dostarczy niezbędnych informacji oprócz tego, co dana osoba widzi, słyszy i czuje na własną rękę [8].

Pojawia się nieznane dotąd zjawisko tzw. cyborgizacji, które zapewne jako nowa norma wejdzie do naszego społeczeństwa znacznie łatwiej, niż mogłoby się to wydawać. Warto zauważyć, że już teraz wiodącymi ośrodkami kompetencji w zakresie badań społeczno-humanitarnych

aspektów cyborgizacji są University of California (Santa Cruz), University of Brooklyn, University of Milan, University of Toronto, Rosja - Institute of Information Society.

Z punktu widzenia wprowadzania technologii do praktyki, tu także, jednym z najszybciej rozwijających się segmentów jest medycyna. Tworzenie nowoczesnych protez oraz implantów odbywa się w oparciu o bionikę - naukę łączącą biologię i technologię, która bada ludzkie zmysły w celu tworzenia nowych urządzeń technologicznych. Obecnie urządzenia bioniczne, takie jak implanty, protezy i egzozkielety, mogą zastępować utracone narządy i kończyny, oddziałując bezpośrednio z komórkami nerwowymi, a także pomagać przywrócić uszkodzone funkcje organizmu. Przemysł technologii implantacji jest jednym z najbardziej rozwiniętych: implanty siatkówki i implanty ślimakowe pomagają osobom niedowidzącym i niedosłyszącym ponownie poczuć się jak zdrowi członkowie społeczeństwa. Jednym z czynników napędzających rozwój technologii bionicznej jest pragnienie osób zdrowych fizycznie, aby niektóre organy i części ciała były bardziej funkcjonalne. Jeśli weźmiemy pod uwagę implantację ślimaka, jest to przede wszystkim istotne dla osób, które codziennie doświadczają podwyższonego lub obniżonego poziomu dźwięku - implanty pozwolą im wzmocnić cichy hałas lub odfiltrować hałas. Implanty siatkówki natomiast, mogą pozwolić osobie poszerzyć zakres postrzeganych kolorów, umożliwić zbliżenie się do dalekich obiektów lub na przykład, widzenie w ciemności. Podobnie implanty mózgowe otwierają nowe możliwości dla ludzkiego poten-

reklama



Specjalistyczne formularze



Przeprowadzanie wizyt



Zarządzanie placówką



Terminarz przyjęć

DOWIEDZ SIĘ WIĘCEJ

office@medi.com.pl, +48 71 307 15 95, www.medi.com.pl



Nowa usługa
oprogramowania IRIS,
umożliwiająca
przechowywanie kopii
zapasowej na naszych
serwerach

**BEZPIECZNE
PRZECHOWYWANIE
PLIKÓW**



cjału: stymulacja określonych obszarów mózgu podczas treningu pozwala szybko zapamiętać informacje i zdobyć nowe umiejętności, kilkakrotnie skracając czas uczenia się człowieka. Trudniejsze z technicznego punktu widzenia jest tworzenie swoistych implantów dla osób sparaliżowanych, które powinny częściowo lub całkowicie eliminować skutki porażenia. Implanty mózgowe pomagają nie tylko przywrócić pamięć, ale także zwalczać niektóre choroby. Za przykład może posłużyć niedawno stworzony implant wszczepiany w chorobę Parkinsona.

Osiągnięciem w dziedzinie zaawansowanych technologicznie protez bionicznych jest prostota ich użycia, komfort i podobieństwo do naturalnych części ciała: jednym z najważniejszych kierunków rozwoju współczesnych protez jest rozwój kontroli protetycznej za pomocą ludzkiego mózgu. Przykładem może być proteza dłoni, gdzie wykorzystuje się zintegrowany z układem kostnym interfejs człowiek-maszyna pozwalający na stworzenie fizycznych połączeń pomiędzy ludzkim organizmem oraz robotyczną protezą kończyny. Pierwsze tytanowe implanty zawierające elementy takiego interfejsu otrzymał pacjent w Szwecji. Elementy składające się na system interfejsu są umieszczane w kościach ramion pacjenta, a następnie lekarze prowadzą od nich elektrody do nerwów oraz mięśni. Ich celem jest gromadzenie sygnałów pozwalających na kontrolowanie robotycznej dłoni oraz zapewnianie wrażeń dotykowych. Na rys. 2 przedstawiono bioniczną neuroprotezę ręki skonstruowaną przez naukowców z Uniwersytetu w Utah o charakterystycznej nazwie „Luke Skywalker”. Jest ona kontrolowana siłą umysłu, a za pomocą specjalnych czujników zapewnia użytkownikowi zmysł dotyku na wielu poziomach. Daje możliwość odczuwania nacisku, wibracji, temperatury, a nawet bólu jako wrażeń zmysłowych.

Nieco innym kierunkiem rozwoju technologii bionicznych jest produkcja egzoszkieletów - robotycznych kombinizonów, które w pełni powtarzają ludzką biomechanikę. Z powodzeniem można stosować je, aby pomóc osobom z chorobami układu mięśniowo-szkieletowego, pacjentom z porażeniem kończyn dolnych. Stworzenie takich rozwiązań może ułatwiać funkcjonowanie nawet samym pracownikom systemu ochrony zdrowia poprzez odciążenie ich naturalnego układu kostno-mięśniowego, np. lekarzom, którzy wykonują operacje wymagające szybkości, dokładności i długiej ciągłej pracy; pielęgniarkom opiekującym się leżącymi pacjentami w stanie ciężkim. Podobnie, pracownikom zajmującym się dużymi ładunkami, strażakom, ratownikom w sytuacji kryzysowej. Egzoszkielety można również stosować jako wyposażenie wojskowe, ponieważ skonstruowany szkielet zewnętrzny może kilkakrotnie zwiększyć zdolności fizyczne użytkownika, a także zapewnić dodatkową warstwę pancerną, która chronić będzie ciało ludzkie przed obrażeniami. Ponadto egzoszkielety mogą pomóc ludzkości w eksploracji kosmosu (jako dodatek do kostiumu astronauty). Niestety dalszy rozwój i doskonalenie technologii bionicznych jest bezpośrednio związany z wysokimi kosztami tej technologii. Pomysłem na optymalizację jest stosowanie druku 3D, który zyskuje w sektorze zdrowia coraz większe zainteresowanie. Natomiast głównym problemem technicznym powszechnego wprowadzania egzoszkieletów jest brak odpowiednich

źródeł energii, które mogłyby zapewnić jego autonomiczne działanie przez długi czas. Tak więc, dzięki ulepszeniu technologii bionicznych, coraz więcej osób jest w stanie powrócić do normalnego życia, aby ponownie stać się w pełni sprawnymi członkami społeczeństwa.

Technologia m-zdrowie skoncentrowana na pacjencie

Istotnym elementem inteligentnej opieki medycznej i bezpiecznego jej stosowania są technologie m-zdrowie leżące u podstaw telemedycyny. Definitywnie ujmując, telemedycyna to narzędzie opieki zdrowotnej, które polega na wykorzystaniu technologii telekomunikacyjnych i informatycznych do zapewnienia opieki medycznej oraz usług zdrowotnych w miejscu zapotrzebowania w przypadkach, gdy odległość geograficzna jest czynnikiem krytycznym. Telemedycyna obejmuje obszar zdalnej konsultacji w kierunku „lekarz-pacjent” oraz w kierunku „lekarz-lekarz”. Odbywać się może w trybie synchronicznym - poprzez wideo, komunikację audio, wymianę informacji tekstowych i danych medycznych oraz asynchronicznym - poprzez wymianę informacji za pośrednictwem różnych kanałów komunikacji. Tematyka konsultacji wykorzystujących nowoczesne technologie dotyczy:

- rutynowego badania lekarskiego;
- rutynowej kontroli w trakcie choroby (w tym przewlekłej);
- ostatecznej diagnozy i decyzji dotyczącej metody leczenia;
- dekodowania analiz, obrazów wideo, innych dokumentów medycznych;
- zapewnienia pierwszej, a przy braku możliwości komunikacji z lekarzem, podstawowej i specjalistycznej opieki medycznej w warunkach długich podróży służbowych, podróży, wydarzeń sportowych i turystycznych;
- określenia reżimu obciążenia podczas wychowania fizycznego i sportu, wybór najbardziej obiecującego sportu;
- określenia skuteczności i spójności metod farmakoterapii, zastosowania innych technologii medycznych.

Szczególną przydatność telemedycyny odnotowuje się w zdalnym monitorowaniu stanu zdrowia za pomocą mobilnych urządzeń diagnostycznych przy użyciu specjalistycznych konsol medycznych i robotycznych, w tym:

- monitorowania stanu zdrowia pacjentów z wszelkimi chorobami przewlekłymi;
- monitorowania pacjentów w celu wyjaśnienia (potwierdzenia) diagnozy;
- uzyskania drugiej opinii w celu weryfikacji diagnozy;
- monitorowania stanu zdrowia osób w niebezpiecznych i odpowiedzialnych zawodach;
- monitorowania stanu zdrowia i zachowania osób starszych, w tym monitorowania funkcji motorycznych.

Jednocześnie zapewnia możliwość spersonalizowanego przechowywania danych medycznych, prowadzenia osobistej elektronicznej dokumentacji medycznej oraz możliwość zakupu leków w aptekach elektronicznych.

Analizując zachodzący rozwój telemedycyny klinicznej w oparciu o obowiązujący w Polsce 3-poziomowy system referencyjnego organizowania opieki medycznej, należy przede wszystkim zwrócić uwagę na jego efektywność.

Wydaje się, że może on być jeszcze bardziej skuteczny, jeśli odpowiedni nacisk zostanie położony na wspomaganie rozwoju podstawowej opieki zdrowotnej (lekarze rodzinni), poprzez zapewnienie lekarzom pierwszego kontaktu ekspresowych systemów diagnostycznych z możliwością rejestrowania, archiwizowania i cyfrowej transmisji danych. Jednocześnie lekarze wąskich specjalności (np. urologi, proktolodzy itp.) powinni koncentrować się na pracy w wyższych poziomach referencyjności sektora wyposażonych w telemedyczne kanały komunikacji, służąc specjalistyczną wiedzą na pozostałych niższych poziomach opieki medycznej funkcjonującym w ochronie zdrowia. Kluczowym dla jej dalszego rozwoju wydaje się być tworzenie mobilnych kompleksów diagnostycznych wykorzystujących technologie telemedyczne do gromadzenia, przesyłania i przetwarzania danych, co może wpływać na poprawę dostępności. Obowiązującym standardem, na przykład, stało się wyposażenie zespołów ratownictwa medycznego w sprzęt do diagnostyki z użyciem telemedycyny. Doskonale działają systemy informacji medycznej i kanały komunikacji z natychmiastowym dostępem do centrów kompetencji, np. kardiologicznej w celu wspomaganie procesu decyzyjnego ratowników przebywających na miejscu zdarzenia. Wszystkie powyższe rozwiązania opierają się na łączeniu technologii z kliniczną wiedzą praktyczną, co oczywiście rodzić może określone problemy. Trzeba tu przypomnieć, że po raz pierwszy zwróciło na nie uwagę Amerykańskie Stowarzyszenie Medyczne, które w listopadzie 2016 r. stwierdziło potrzebę zintegrowania mobilnych aplikacji i urządzeń medycznych z praktyką medyczną i opublikowało listę zasad integracji, wśród których jako główna znalazła się tzw. zasada dowodu. Niewątpliwie m-zdrowie jest obiecującym kierunkiem rozwoju technologii internetowych w sektorze opieki zdrowotnej, który w najbliższej przyszłości może wykazać nie tylko dalszy szybki rozwój różnych rozwiązań i wzrost kapitalizacji, ale także znacząco zmienić proporcje specjalistycznej opieki medycznej do profilaktycznej na świecie. Jak wspomniano wyżej, ważną rolę w technologii m-zdrowie (mHealth) uzyskał tzw. kierunek Internetu Rzeczy Medycznych. Postępująca miniaturyzacja urządzeń medycznych, odbieranie danych cyfrowych, natychmiastowe przesyłanie tych danych do smartfonów, a stamtąd przez Internet do chmurowych magazynów informacji, pozwoliło na zastosowanie w codziennej praktyce procedur diagnostycznych i terapeutycznych, które wcześniej były dostępne tylko w wyspecjalizowanych placówkach medycznych. Od kilkadziesiąt lat rutynową praktyką jest pomiar ciśnienia krwi za pomocą automatycznych monitorów ciśnienia krwi, badanie poziomu glukozy w domu. Ostatnio pojawiły się bardziej wyrafinowane urządzenia laboratoryjne, takie jak elektrokardiograf do użytku osobistego, przenośne analizatory moczu najwyższej klasy, a nawet urządzenia ultradźwiękowe do diagnozowania chorób w domu. Urządzenia mogą przesyłać dane przez Internet i przechowywać je w chmurze (big data), co zapewnia nowe możliwości monitorowania fizjologicznych funkcji organizmu, zdalne konsultacje przez pracowników służby zdrowia oraz automatyczne wyszukiwanie wiedzy w tych danych. Równocześnie stanowiąc kolejne wyzwanie dla cyberbezpieczeństwa. Wspomniane



Rys. 3. Przykłady powiadomień otrzymywanych przez użytkowników Apple Heart Study.

Źródło: <https://med.stanford.edu//>

rozwiązania sprzętowo-programowe wpływają na tendencję do zmiany paradygmatu diagnostycznego – chęć otrzymywania klinicznie wiarygodnych informacji nie w sposób dyskretny, ale w sposób ciągły. Należy zauważyć, że na rynku zdalnego monitorowania zdrowia, ostatnio pojawiło się wiele indywidualnych rozwiązań sprzętowych do monitorowania funkcji fizjologicznych organizmu w domu – urządzenia monitorujące kondycję, jednokanałowe EKG, przenośne analizatory itp. Mogą być one wykorzystywane do podejmowania decyzji klinicznych takich jak formułowanie diagnozy, przepisywanie i zmiana procedur diagnostycznych i terapeutycznych.

Mobilna aplikacja - mobilne zdrowie

Coraz powszechniejszym źródłem informacji o zdrowiu są aplikacje, instalowane na smartfonach i tabletach. Dzięki możliwości przechowywania danych w chmurze, użyciu czujników i aplikacji mobilnych m-zdrowie ułatwia zebranie znacznej ilości danych medycznych, na temat fizjologii, stylu życia i codziennej aktywności, a także danych o czynnikach środowiskowych. Rynek aplikacji mobilnych rozwija się bardzo szybko. Pierwsze pojawiły się w 2008 roku, kiedy to firma Apple udostępniła użytkownikom iPhone'a tzw. apki, dzięki którym mogli zacząć kontrolować swój styl życia – ilość ruchu, czy liczbę spożywanych kalorii. Aktualnie, zgodnie z raportem „mHealth App Economies 2017/2018, Current Status and Future Trends in Mobile Health”, dostępnych jest około 325 tysięcy aplikacji poświęconych zdrowiu, fitnessowi i opiece medycznej. Tylko w 2017 roku zostały one pobrane 3,7 mld razy. W start-upy rozwijające cyfrowe rozwiązania dla medycyny w 2016 roku inwestorzy włożyli prawie 5,5 mld dol. Najwięcej uwagi poświęcają informatycznym usprawnieniom w kontaktach online między lekarzem a pacjentem, wsparciu dla diabetyków, monitoringowi pracy serca, zażywaniu leków i profilaktyce. W USA główną ambicją inżynierów, programistów i lekarzy współpracujących przy tworzeniu kolejnych aplikacji do kontrolowania stanu zdrowia jest osiągnięcie takiej precyzji pomiarów i analizy danych, by dostać pozytywną opinię Agencji Żywności i Leków (FDA) i podbić rynek profesjonalnych urządzeń medycznych.

Warto zauważyć, że ostatnio na rynku pojawił się nowy Apple Watch z funkcją EKG, monitoringu migotania przed-

sionków, wykrywania nieprawidłowego tętna i stanów omdlenia, który ma informować o zbliżającym się ataku serca. Jednak w opinii ekspertów pomiar z nadgarstka może nie ostrzec przed atakiem serca, ale urządzenie może świetnie przysłużyć się do gromadzenia przydatnych danych o potencjalnych pacjentach, a na tym szczególnie zależy twórcom medycznych gadżetów. Im więcej danych jest w systemie, tym łatwiej udoskonalać kolejne modele smartfonów i innych urządzeń. Nowatorskie systemy m-zdrowia nie są jednak pozbawione niedoskonałości i zagrożeń. Obawy co do bezpieczeństwa takich rozwiązań łączą się z kwestią samodzielnego podejmowania decyzji przez użytkowników na podstawie informacji dostarczonych przez aplikacje m-zdrowia, które mogą być błędne lub nieaktualne. Narzędzia m-zdrowia nie mają więc zastępować lekarzy, mogą natomiast pomóc w utrzymaniu dobrego stanu zdrowia i wspierać pacjentów w radzeniu sobie z problemami zdrowotnymi. Oczywiście prace nad ich doskonaleniem trwają nieprzerwanie, wystarczy wspomnieć, że aby stworzyć optymalną aplikację i zegarek (Apple Watch), firma Apple połączyła siły z naukowcami Uniwersytetu Stanforda, których najpierw wyposażała w Apple ResearchKit, czyli oprogramowania do prowadzenia prac naukowych. Wspólnie prowadzą zakrojone na szeroką skalę badanie pod nazwą The Apple Heart Study nad optymalną aplikacją. Na rys. 3 przedstawiono przykłady powiadomień otrzymywanych przez użytkowników Apple Heart Study.

Entuzjazm wobec cyfryzacji medycyny jest wśród pacjentów tak duży, że w niektórych sytuacjach eksperci już próbują go nieco ostudzić. Przez Europę i Stany Zjednoczone przetoczyła się niedawno dyskusja na temat, na ile kobiety powinny wierzyć aplikacjom do mierzenia dni płodnych. W ogniu krytyki znalazła się najpopularniejsza aplikacja tego typu – Natural Cycles (pobrana przez milion użytkowników na całym świecie). Jej twórcy chwalać się 93-procentową skutecznością i tym, że dostała w Europie i USA certyfikat cyfrowej metody antykoncepcji. Z cytowanego raportu „mHealth App Economies 2017/2018, Current Status and Future Trends in Mobile Health” wynika, że do tej pory głównym dystrybutorem aplikacji zdrowotnych były strony internetowe ich producentów, lekarze, szpitale i firmy farmaceutyczne, ale w ciągu najbliższych pięciu lat głównym graczem na rynku medycznych aplikacji staną się firmy ubezpieczeniowe. To one przede wszystkim będą dystrybuować aplikacje wśród klientów, bo pomoże im to lepiej kontrolować ich zdrowie, jego naprawę, czyli zmniejszyć wydatki na pokrycie kosztów leczenia.

Taka sytuacja budzi określone zastrzeżenia etyczne, o czym eksperci wspominali już w 2017 roku, kiedy FDA wydała pozytywną opinię dla tabletki o nazwie Abilify MyCite z cyfrowym systemem śledzenia spożycia. Abilify MyCite (tabletki aripiprazolu z czujnikiem) wyposażona została w czujnik do spożycia osadzony w pigułce, który rejestruje przyjmowanie leku. Produkt został zatwierdzony do leczenia schizofrenii, ostrego leczenia epizodów maniакаlnych i mieszanych związanych z zaburzeniem afektywnym dwubiegunowym typu I oraz do stosowania jako dodatkowej metody leczenia depresji u dorosłych. System działa, wysyłając wiadomość z czujnika pigułki do tzw. łatki do noszenia, która przesyła informacje do aplikacji mobilnej,

dzięki czemu pacjenci mogą śledzić przyjmowanie leku na smartfonie. Pacjenci mogą również zezwolić swoim opiekunom i lekarzowi na dostęp do informacji za pośrednictwem portalu internetowego.

2. część artykułu ukaże się w jednym z kolejnych numerów czasopisma „Wyroby Medyczne”.

Literatura

1. <https://www.ama-assn.org/press-center/press-releases/ama-adopts-principles-promote-safe-effective-mhealth-applications>.
2. <https://biotechnologia.pl/technologie/rynek-e-medycyny-szansa-dla-internetu-rzeczy,17907>.
3. <https://www.chip.pl/2018/01/roboty-toyoty-odciaza-pielegniarki-japonii/>.
4. Cohut M., Innovative brain implant could improve Parkinson's treatment [w:] Medical News Today 2.01.2019.
5. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Life-Sciences-Health-Care/gx-lshc-hc-outlook-2018.pdf>
6. Ejdyś J., Determinanty zaufania do technologii, [w:] Przegląd Organizacji 12, (2017).
7. Emelin V. A., Cyborgizacja i niepełnosprawność u osoby zaawansowanej technologicznie [w:] National Psychological Journal, 2013, Nr 1 (9).
8. <https://www.ericsson.com/en/trends-and-insights/consumerlab/consumer-insights/reports/10-hot-consumer-trends-2019>.
9. <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-approves-pill-sensor-digitally-tracks-if-patients-have-ingested-their-medication>.
10. Kuczabski M., Adaptacja architektury systemów bezpieczeństwa w sektorze ochrony zdrowia do nowych wymagań RODO [w:] Ekonomiczne Problemy Usług nr 1/2018 (131/1), ISSN 1896-382X.
11. Kuczabski M., Bezpieczeństwo informacyjne w organizacjach ochrony zdrowia [w:] Ekonomiczne Problemy Usług nr 2/2018 (131/2), ISSN 1896-382X.
12. <http://www.leksykon.com.pl/protezy-dloni-sterowane-za-pomoca-mozgu-stana-sie-rzeczywistoscia-108008-artykul.html#>.
13. Mittal P., A status check on Telehealth: Key hurdles and success factors, current implementation and near-term expectations, Rapport Research2Guidance,
14. Olszak C. M., Batko K., Szpitalne systemy informatyczne w zarządzaniu procesowym organizacją medyczną, [w:] Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych nr 29/2013.
15. <https://www.pwc.pl/pl/media/2017/2017-04-24-nowe-technologie-rewolucjonizuja-rynek-opieki-zdrowotnej.html>.
16. <https://research2guidance.com/product/mhealth-economics-2017-current-status-and-future-trends-in-mobile-health/>.
17. <https://research2guidance.com/a-status-check-on-telehealth-key-hurdles-and-success-factors-current-implementation-and-near-term-expectations/>.
18. Siebert J., Rumiński J., Telemedycyna, [w:] Forum Medycyny Rodzinnej 2007, tom 1, nr 1.
19. Smarżewska D., Wykorzystanie mobilnych aplikacji (m-health) w zarządzaniu systemem ochrony zdrowia [w:] Akademia Zarządzania – 2(2)/2018
20. <https://utrzymanieruchu.elamed.pl/material%5B40129%5D>.
21. <https://who.int/>
22. Zembala A., Modele komunikacyjne w relacjach lekarz – pacjent, [w:] Zeszyty Naukowe Towarzystwa Doktorantów UJ Nauki Ścisłe, Nr 11 (2/2015).

Artykuł został opublikowany w książce „Nowoczesne technologie a bezpieczeństwo sektora ochrony zdrowia”, 2019.

dr hab. Mateusz Kuczabski

Akademia Sztuki Wojennej
Wydział Bezpieczeństwa Narodowego



MEDIPMENT.PL
MEDICAL EQUIPMENT

BAZA SPRZĘTU MEDYCZNEGO

Ponad 150 000 sprzętów w bazie danych
z branży medycznej i laboratoryjnej

Ponad 600 dystrybutorów
z rynku medycznego i laboratoryjnego

Łatwy dobór sprzętu, porównywanie
parametrów oraz pozyskiwanie ofert

Bezpłatne szkolenia personelu
placówek medycznych
z zakresu obsługi portalu medipment.pl

✉ medipment@amdg.net.pl

☎ 663 263 423

📘 facebook.com/medipment



MEDIPMENT.PL
MEDICAL EQUIPMENT

Bezpłatne leki. Dla kogo i od kiedy?

Nowe grupy pacjentów otrzymały możliwość korzystania z bezpłatnych leków umieszczonych na specjalnej liście. Teraz nie tylko osoby powyżej 75, ale i w wieku powyżej 65 lat, zaś od 1 września br. również dzieci i młodzież. Zmian dotyczących leków jest więcej, m.in. krótszy będzie już niedługo okres ważności recepty w przypadku długotrwałej terapii. Ekspertki wyjaśniają, na co zwrócić uwagę i jaki jest kalendarz wprowadzanych zmian.

Od września 2016 roku bezpłatne leki przysługują osobom powyżej 75 lat – oczywiście nie wszystkie, a jedynie te, które znajdują się w części D obwieszczenia refundacyjnego publikowanego w Dzienniku Urzędowym Ministra Zdrowia (i stronie internetowej MZ) co dwa miesiące. Po wejściu zmian zawartych w nowelizacji ustawy o refundacji, czyli tzw. dużej nowelizacji ustawy o refundacji leków (DNUR) zmiany na liście będą się odbywać co trzy miesiące. Jak argumentowali projektodawcy w uzasadnieniu, takie rozwiązanie „znacznie usprawni pracę oraz umożliwi lepsze planowanie zakupów w aptekach”. Prezydent podpisał nowelizację 21 sierpnia br.

Powracając do grup, którym już przysługują niektóre bezpłatne leki, to w najnowszym wykazie refundacyjnym na 1 lipca br. dla osób 75 plus znalazło się 2056 pozycji. Aby pacjent w tym wieku mógł z nich skorzystać, nie tylko konkretny preparat musi znajdować się w takim wykazie, ale również musi być przepisany na konkretne schorzenie, które obejmuje refundacja (zakładka A1 obwieszczenia).

Teraz, za sprawą znowelizowanych przepisów ustawy o świadczeniach zdrowotnych, grupę pacjentów, którym przysługują określone bezpłatne leki poszerzono po pierwsze o nieco młodszych pacjentów, czyli tych, którzy ukończyli 65 lat, jak również niepełnoletnich pacjentów.

Odpowiednie zmiany dotyczące dwóch ustaw – ustawy o świadczeniach oraz o refundacji leków – rząd przyjął na początku lipca tego roku, Sejm uchwalił w sierpniu, a prezydent podpisał 29 sierpnia.

W uzasadnieniu do projektu zmian wyjaśniono m.in., że wydatki na leki osób po ukończeniu 65 lat, które zazwyczaj nie są już aktywne zawodowo „stanowią poważne obciążenie dla ich domowego budżetu”.

„Nie inaczej jest w przypadku osób niepełnoletnich pozostających na utrzymaniu swych opiekunów faktycznych albo przedstawicieli ustawowych, co również powoduje duży poziom obciążenia finansowego tych osób. Mimo tego, że inaczej niż np. osoby starsze, opiekunowie osób niepełnoletnich w zasadniczej większości pozostają aktywni zawodowo, to jednak fakt spoczywania na nich obowiązku ponoszenia kosztów leczenia siebie i rodziny potrafi być wyjątkowo dotkliwy finansowo” – napisano dalej w uzasadnieniu projektu nowelizacji ustawy o świadczeniach opieki zdrowotnej finansowanych ze środków publicznych oraz ustawy o refundacji leków, środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego oraz wyrobów medycznych.



Co warto wiedzieć o interakcjach leków z żywnością?

Jak zapowiedziała minister zdrowia Katarzyna Sójka, po podpisaniu zmian przez prezydenta, osoby powyżej 65 roku będą mogły skorzystać z blisko 3800 bezpłatnych leków, a najmłodszy pacjenci (do 18. r.ż.) - z 2800. Znajdą się one we wrześniowym wykazie refundacyjnym.

Co i kiedy się zmieni?

Ponieważ nowe przepisy dotyczą ważnych kwestii nie tylko z punktu widzenia pacjenta, ale także praktyków, czyli lekarzy wypisujących leki, eksperci na stronach Polskiego Towarzystwa Medycyny Rodzinnej wyjaśnili m.in. sprawę uprawnień pacjentów, opisali kalendarz wprowadzania poszczególnych rozwiązań oraz przypomnieli zadania lekarza rodzinnego, które wynikają z prawa.

Lekarz Tomasz Zieliński, wiceprezes Federacji Porozumienie Zielonogórskie (FPZ) przypomniał podczas webinaru, że od dnia wejścia w życie przepisów do 31 sierpnia tego roku pacjenci powyżej 65 lat dołączą do grupy pacjentów, którym przysługują obecnie bezpłatne leki. Seniorzy otrzymają leki na tych samych zasadach, które obowiązują osoby powyżej 75 lat. Każda recepta na bezpłatny lek dla osoby starszej musi nadal być opatrzona literką „S”. Lek może przepisać w POZ każdy lekarz, który udziela świadczeń.

Do grupy najstarszych osób od 1 września dołączyły też dzieci i młodzież, czyli pacjenci, którzy nie ukończyli 18 lat. Od tego dnia też zacznie obowiązywać poszerzona lista leków refundowanych dla pacjentów 65 plus i pojawi się pewna nowość - wykaz bezpłatnych leków dla tych pacjentów poniżej 18 lat.

Jak zaznaczył wiceprezes FPZ, te listy leków będą się różnić, bo naturalne jest, że leczenie tych pacjentów nie jest takie samo, choć część leków będzie się z pewnością pokrywać. Recepty, w przypadku najmłodszych pacjentów, odznaczone będą znaczkiem „DZ”.

Ekspertki zwrócili też uwagę na to, że lekarze powinni zachować rozwagę w przepisywaniu bezpłatnych leków, a pacjenci w ich nabywaniu, bo zasoby wcale nie są nieograniczone.

Klaudia Torchała, zdrowie.pap.pl

INFO PRASOWE

WARSAW MEDICAL EXPO

MIĘDZYNARODOWE TARGI MEDYCZNE

Organizator:

PTAK
WARSAW
EXPO

ufi
Member

ZAREJESTRUJ SIĘ



06-08

GRUDNIA 2023



ZAPRASZA
mtp
GRUPA

19-21.03.2024



Międzynarodowe
Targi Poznańskie



ŚWIAT MEDYCZNYCH INNOWACJI

www.salmed.pl