

MATERIAŁY • URZĄDZENIA • TECHNOLOGIE • INNOWACJE

WYROBY *medyczne*

kwartalnik
techniczno-
informacyjny

ISSN 2543-8069

2/2026 (38)

reklama



SKLEP MEDYCZNY

ZAKUPY W RYTMIE ZDROWIA



*Kompleksowe
zaopatrzenie
medyczne
w jednym
miejscu!*

www.sklepmedyczny.com

Zaawansowana
technologicznie bieżnia.

SYSTEMY WYSIŁKOWE

Rejestratory długotrwałych
zapisów ciśnienia.

HOLTERY
CIŚNIENIA

Cykloergometry
z kolorowym ekranem.

REHABILITACJA

Rejestratory
sygnału EKG
metodą
Holtera.

HOLTERY EKG

Innowacyjne 12-kanalowe
Aparaty EKG.

APARATY EKG

Przenośne
aparaty
spiro-
metryczne.

SPIROMETRY

Kompleksowy system
diagnostyczny.

ERGOSPIROMETRY

LAT
1986

ASPEL

POLSKI PRODUCENT SPRZĘTU MEDYCZNEGO

aspel.com.pl



os. H. Sienkiewicza 33
32-080 Zabierzów

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

SPIS TREŚCI

WYPOSAŻENIE SZPITALI

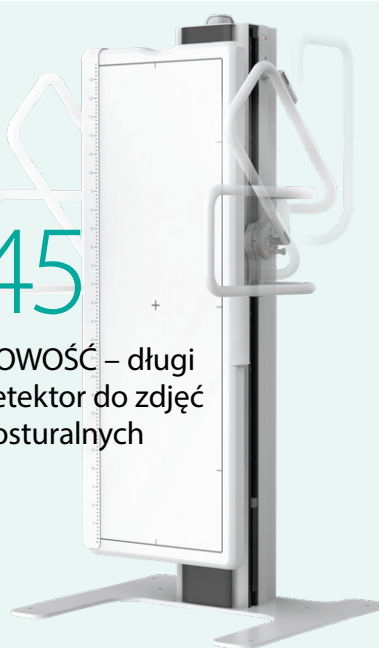
- F** INFIMED – sprzęt, wspierający chirurgów 6
- F** System recyrkulacji sal operacyjnych firmy Weiss Klimatechnik GmbH 8
- i** Asortyment pomocny dla chorego: baseny, kaczki, bidety sanitarne 10
- i** Najbardziej sterylne materiały stosowane w szpitalach i placówkach medycznych 12
- i** Łóżka szpitalne, ich budowa oraz regulacje prawne 14
- F** 100% polski kapitał – firma z tradycją i nowoczesnym podejściem 15
- N** Przegląd wykorzystania dyskretnego modelowania komputerowego w zarządzaniu podmiotami opieki zdrowotnej 16
- i** Zwalczanie bakterii Legionella – wybór metody 23
- i** Wagi medyczne: Kluczowe narzędzie w diagnozowaniu i monitorowaniu stanu zdrowia pacjentów 25
- N** Dedykowane rozwiązania i produkty – cz. 2; Armatura sanitarna do obiektów opieki zdrowotnej – aspekty higieniczne 26

RADIOLOGIA

- N** Zygmunt Grudziński – wybitny radiolog, od którego tak wiele się zaczęło w polskiej radiologii 32
- F** Ponad 25 lat doświadczenia w diagnostyce obrazowej 37
- N** Wpływ narzędzi sztucznej inteligencji na pracę elektroradiologa 38
- F** NOWOŚĆ – długi detektor do zdjęć posturalnych 45
- i** Dlaczego badania obrazowe kuszą w profilaktyce? 46
- F** Koss Rentgen-Serwis jest autoryzowanym dystrybutorem aparatów do rentgeno-diagnostyki marki Control-X Medical 49

45

NOWOŚĆ – długi
detektor do zdjęć
posturalnych



KARDIOLOGIA

- i** Zaburzenia serca. Diagnostyka 50
- i** Niewydolność serca – rosnący problem zdrowotny. Jakie są objawy i jak wygląda diagnozowanie tej choroby? 54

TECHNIKA I TECHNOLOGIA

- i** Nowoczesne technologie medyczne w Polsce 55
- N** Fototerapia – wykorzystanie światła w medycynie 56

BIOTECHNOLOGIA

- N** Inkubatory CO₂ do hodowli komórkowych 58

WYDARZENIA BRANŻOWE

- i** Warsaw Medical Expo 2026 – serce innowacji medycznych bije w Nadarzynie 60
- i** SALMED CONNECT 2026 – ostatnia szansa na rejestrację na wydarzenie dla branży medycznej 61
- i** Rehabilitacja 2026 – kluczowe targi dla branży medycznej i technologii zdrowia 62

F – artykuł firmowy **N** – artykuł naukowy **i** – info

PARTNERZY WYDANIA



ASPEL

KERN

MED

Technik Polska
Medical, Electronic & Data Systems

mtc

medical



PHILIPS



SKLEP MEDYCZNY

ZAKUPY W RYTMIE ZDROWIA

WYROBY

medyczne

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 adiacji tekstów. Przedruk i rozpowszechnianie artykułów i reklam opracowanych przez redakcję jest zabronione bez zgody wydawcy.

Adres redakcji: 47-400 Racibórz, ul. Żorska 1/45
e-mail: redakcja@e-wyrobymedyczne.pl

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

WYROBY

medyczne

**Zapraszamy do odwiedzenia naszego stoiska
na targach SALMED w Poznaniu
w dniach 19-20 maja 2026 r.**



SALMED CONNECT

MEDYCYNĄ. EKSPOZYCJĄ. DIALOG

19-20 MAJA 2026

Poznań Congress Center

**SALMED 2026 – tu rozwija się
przyszłość medycyny!**

Dlaczego warto odwiedzić targi?

- Zobacz nowości i innowacje w sprzęcie medycznym, wyposażeniu placówek i technologii dla ochrony zdrowia
- Poznaj liderów branży i porozmawiaj bezpośrednio z producentami, dystrybutorami i ekspertami
- Sprawdź sprzęt w praktyce podczas prezentacji, pokazów i demonstracji urządzeń
- Rozwiń swoją wiedzę dzięki konferencjom, wykładom i warsztatom prowadzonym przez uznanych specjalistów
- Zainspiruj się nowymi trendami w diagnostyce, rehabilitacji, opiece szpitalnej i technologii medycznej
- Nawiąż wartościowe kontakty z profesjonalistami i decydentami w sektorze zdrowia

www.salmed.pl

ORGANIZATORZY:



**Zarejestruj się
i odbierz bilet**

INFIMED – sprzęt, wspierający chirurgów

Nowoczesny blok operacyjny wymaga wyposażenia, które zapewnia chirurgom pełną kontrolę, precyzję i bezpieczeństwo.

Obecnie trudno wyobrazić sobie blok operacyjny bez nowoczesnych stołów operacyjnych oraz nowoczesnych lamp oświetlających operowane pole.

Firma Infimed – polski producent działający od 2013 roku – stworzyła kompleksową linię stołów i lamp operacyjnych, które odpowiadają na potrzeby współczesnych sal zabiegowych, hybrydowych i wysokospecjalistycznych. Jej wyłącznym przedstawicielem w Polsce jest firma MTC.

Stoły operacyjne Infimed łączą ergonomię, trwałość i szerokie możliwości konfiguracji. Modele Fenix i Vivax zostały zaprojektowane tak, aby wspierać zarówno standardowe, jak i najbardziej wymagające procedury chirurgiczne. Fenix to ekonomiczny stół mechaniczno-hydrauliczny, w którym system hydrauliczny regulujący wysokość i nachylenie blatu napędzany jest przez dźwignie nożne. Jego wielosegmentowy blat, przenikalny dla promieniowania RTG, umożliwia elastyczne dopasowanie do potrzeb zespołu operacyjnego.

Vivax to zaawansowany stół elektrohydrauliczny, oferujący pełną regulację pionową, przechyły boczne i wzdłużne oraz możliwość stosowania blatów segmentowych, ortopedycznych i jednoczęściowych z włókna węglowego. Opcjonalny napęd alternatywny pozwala na wykonanie kluczowych ruchów nawet w przypadku awarii głównego układu. Szeroka gama akcesoriów umożliwia wykorzystanie stołów w neurochirurgii, ortopedii, ginekologii, urologii, ENT czy chirurgii ogólnej, tworząc rozwiązanie uniwersalne i przyszłościowe.



Równie istotnym elementem wyposażenia bloku operacyjnego są lampy Infimed, które powstały w odpowiedzi na dynamiczny rozwój technologii LED. Nowoczesne lampy na czele z najnowszą wersją lampy Nexus, Nexus Blac oraz kompaktowa Proxy eliminują te ograniczenia, oferując wysokie natężenie oświetlenia, regulację pola operacyjnego, temperatury barwowej oraz tryb ENDO. Duża ilość niewielkich zestawów dioda LED–soczewka rozkłada równomiernie wysokie natężenie oświetlenia, zapewniając chirurgom komfort i redukując zmęczenie wzrokowe.

Lampy Infimed wyróżniają się także ergonomiczną konstrukcją minimalizującą zakłócenia nawiewu laminarnego oraz możliwością integracji z systemem sali operacyjnej Opera. Dostępne kamery Full HD lub Ultra HD umożliwiają rejestrację i transmisję obrazu, wspierając szkolenia i dokumentację zabiegów.

Połączenie stołów i lamp Infimed tworzy kompletny, nowoczesny zestaw wyposażenia bloku operacyjnego – niezawodny, funkcjonalny i w pełni dostosowany do potrzeb współczesnej chirurgii. To polska technologia, która z powodzeniem konkuruje z rozwiązaniami światowych producentów, oferując wysoką jakość w rozsądnej cenie.



MTC MEDICAL

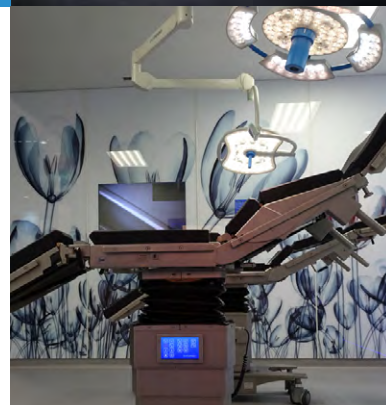
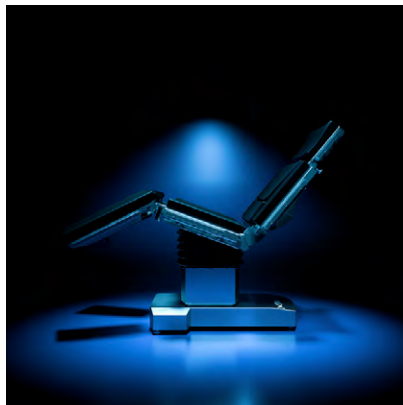
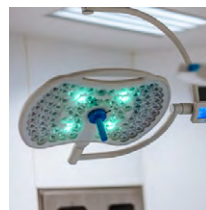
ul. Kabaty 1

34-300 Żywiec

33 860 20 01

www.mtc-medical.com.pl

mtc@mtc-medical.com.pl



Kompleksowe
rozwiązania dla
Placówek Służby
Zdrowia



Wyłączny przedstawiciel marki INFIMED w Polsce
Autoryzowany przedstawiciel marki OPT



MTC Medical

Kabaty 1, 34-300 Żywiec

tel./fax +48 33 860 20 01

www.mtc-medical.com.pl ; email: mtc@mtc-medical.com.pl

System recyrkulacji sal operacyjnych

firmy Weiss Klimatechnik GmbH

weisstechnik®
a schunk company

Recyrkulacja w sali operacyjnej zapewnia oszczędności w zakresie eksploatacyjnym oraz inwestycyjnym. Wykorzystując uzdatnione już powietrze z pomieszczenia, nie musimy go ponownie ogrzewać zimą czy chłodzić latem, co przy dużej powierzchni nawiewu (stropu laminarnego) zapewnia znaczne *oszczędności energetyczne*. Recyrkulacja daje również *oszczędności inwestycyjne*, gdyż pociąga za sobą mniejsze wydajnościowo urządzenia klimatyzacyjne, a także mniejsze przekroje kanałów wentylacyjnych, zatem zmniejsza koszty i ułatwia wykonanie instalacji klimatyzacji.

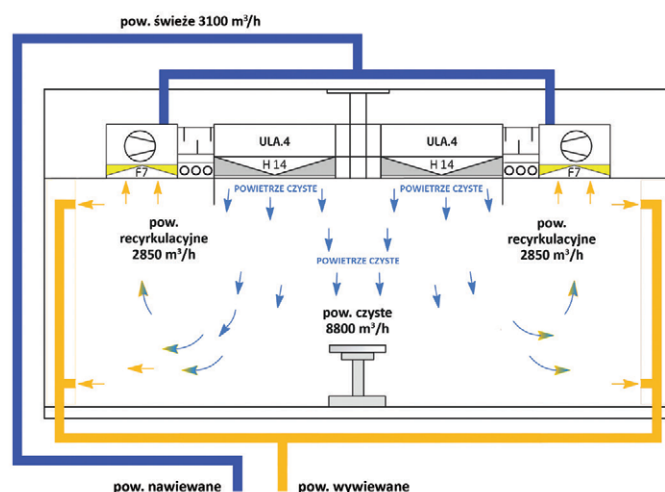
Obecnie najchętniej stosowaną formą recyrkulacji na świecie jest stosowanie stropów laminarnych ze zintegrowanymi modułami recyrkulacyjnymi, które w całości podwieszane są w obrębie przestrzeni sufitu podwieszanego. Wychodząc naprzeciw niniejszym trendom i zapotrzebowaniu rynku, firma Weiss Klimatechnik GmbH (*światowy lider w dziedzinie klimatyzacji i pomieszczeń czystych*) od lat stosuje Stropy Laminarne z Recyrkulacją typu ULA, w których wyeliminowana została całkowicie potrzeba stosowania instalacji kanałowej łączącej strop laminarny z modułami recyrkulacyjnymi, gdyż są one integralną jego częścią.

Urządzenia te z dużym sukcesem stosowane są w Polsce już od ponad dekady. Obecnie istnieje kilkadziesiąt sal operacyjnych działających w oparciu o powyższe rozwiązanie oraz kilka tysięcy na całym świecie. O skuteczności tego systemu przemawia również fakt, iż na rynku polskim pojawiły się „podobne” urządzenia próbujące dorównać skuteczności ich oryginałom. W tym przypadku „podobne” robi dużą różnicę – szczególnie analizując skuteczność i bezpieczeństwo pracy tych urządzeń. Aby zauważyć różnicę urządzeń firmy Weiss Klimatechnik GmbH w stosunku do tych „podobnych” rozwiązań, musimy zwrócić uwagę na główne elementy decydujące o skuteczności ich działania. Oto kilka z nich:

- **najwyższa jakość wykonania i powtarzalność każdego wyprodukowanego produktu** – potwierdzone certyfikatem systemu zarządzania w zakresie „Projektowanie, produkcja i sprzedaż urządzeń i systemów z dziedziny klimatyzacji oraz serwis tych produktów” według EN ISO 9001:2015 wydany przez jednostkę notyfikującą TÜV;
- **laminarny przepływ powietrza w każdym zaoferowanym stropie oraz zgodność wykonania go według normy DIN 1946-4** potwierdzone certyfikatem jednostki notyfikowanej (a nie jedynie obietnicą producenta wynikającej z braku przepisów w Polsce, które nie wymuszają nawet potwierdzenia faktycznej laminarności przepływu urządzeń po ich uruchomieniu);
- **zastosowanie konstrukcji samonośnej wykonanej z aluminium anodyzowanego** – dającej gwarancję, wytrzymałości i sztywności stropu przy zachowaniu

jego lekkości. (Sztywność stropu to przede wszystkim warunek zachowania szczelności filtrów, tj. przylegania ich do ramy obudowy w czasie jego wieloletniej pracy bez względu na drobne przemieszczenia w obrębie stropu betonowego);

- **zaawansowana automatyka** – pozwalająca na skuteczną i stabilną pracę urządzenia pomimo zmian w zakresie parametrów długofalowej pracy filtrów HEPA, jak i różnic temperaturowych pojawiających się w obrębie pola operacyjnego.



Dodatkowo warto zwrócić uwagę na fakt, że Stropy Laminarne z Recyrkulacją typu ULA.4 posiadają unikatowe rozwiązania opcjonalne: **nawiew dyferencjalny** – skuteczniej eliminuje wszelkie zanieczyszczenia z pola operacyjnego, **kurtyne powietrzną** (wydłużającą strugę laminarną), która jest bezkolizyjna i nie wymaga czyszczenia, **monitor cząstek CPM** (Continuous Particle Monitoring) do monitorowania czystości pyłowej powietrza w trakcie trwania operacji oraz **ekstraktor do wyciągania dymów chirurgicznych**.

Zatem jeśli tylko wysokość sali operacyjnej pozwala na zastosowanie Stropu Laminarnego z Recyrkulacją typu ULA, którego głębokość wynosi już od 480 mm, to warto sięgnąć po sprawdzone i dostępne rozwiązanie oraz uproszczyć sobie trudny i żmudny proces projektowy, a przy tym obniżyć koszty inwestycyjne i eksploatacyjne całej instalacji!

MED Technik Polska

MED Technik Polska Sp. z o.o.

ul. Marywilska 34i, 03-228 Warszawa

tel. 22 824 04 11

biuro@medtechnik.pl, www.medtechnik.pl

Stropy Laminarne z Recyrkulacją typu ULA dla sal operacyjnych



Stropy Laminarne z Recyrkulacją typu ULA

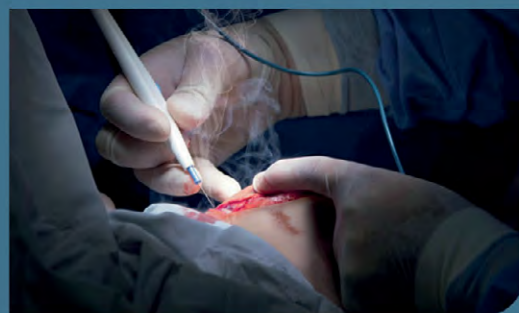
zapewniają maksymalną czystość i ochronę mikrobiologiczną na sali operacyjnej gwarantując niskie koszty eksploatacyjne w trakcie ich pracy przy jednoczesnym uwzględnieniu dużej łatwości ich zastosowania zarówno na etapie projektowym jak i montażowym.

Zalety Stropu Laminarnego z Recyrkulacją typu ULA:

- Ułatwia żmudny proces projektowanej instalacji.
- Wymaga mniejszej ilości świeżego powietrza.
- Wymaga mniejszych przekrojów instalacji wentylacyjnej.
- Zapewnia niższe koszty inwestycyjne i eksploatacyjne.
- Stanowi kompaktowe rozwiązanie (moduły recyrkulacyjne wraz ze stropem laminarnym)

Możliwość zastosowania opcji:

- **Kurtyna powietrzna** – bezkolizyjna i niewymagająca mycia oraz dezynfekcji (w standardzie kurtyna z PCV lub ze szkła).
- **Monitor cząstek CPM** – sygnalizator świetlny informujący o bezpieczeństwie antyskażeniowym w sali operacyjnej.
- **Ekstraktor do chirurgicznych dymów.**



Asortyment pomocny dla chorego: baseny, kaczki, bidety sanitarne

Kiedy jesteśmy zdrowi nie zastanawiamy się nad tym, jak nasze życie zmieniłoby się w przypadku dotkliwej choroby, nagłego wypadku, który uniemożliwi nam np. chodzenie, a tym samym niemożliwość złatwiania potrzeb fizjologicznych w toalecie. A jednak takie sytuacje się zdarzają i to nie tylko jak zazwyczaj myślimy osobom w podeszłym wieku, jak nasi dziadkowie babcie, czy rodzice. Takie sytuacje mogą dotyczyć kiedyś każdego z nas nie tylko na starość. Czasami wystarczy zwykły upadek, który może powodować poważne złamanie nogi, biodra czy inne urazy uniemożliwiające chodzenie i okazuje się, że jesteśmy uzależnieni od kogoś, ponieważ nie możemy się samodzielnie poruszać. Jest to bez wątpienia trudny okres zwłaszcza dla osób, które dotychczas funkcjonowały samodzielnie a nagle wymagają pomocy i to w czynnościach fizjologicznych. Dlatego nasz specjalistyczny asortyment ma na celu pomóc w tym trudnym okresie nie tylko osobom w podeszłym wieku, ale każdemu kto wymaga takiej pomocy.

Najczęściej z zafatowaniem własnych potrzeb kojarzymy baseny i kaczki sanitarne, które służą głównie do zbiórki kału, ale także moczu. Baseny są powszechnie stosowane w salach szpitalnych, ale można również użytkować je w warunkach domowych. Większość basenów wykonana jest z specjalistycznego tworzywa, które ułatwia mycie po czynnościach fizjologicznych. Baseny są wyposażone w zamykaną pokrywkę, która chroni przed wylaniem nieczystości i nieprzyjemnym zapachem. Dodatkowo kształt basenu zapewnia wygodę choremu w czasie użytkowania. Jeżeli mowa o basenach sanitarnych, to warto również

Basen sanitarny z pokrywką



wspomnieć o kaczkach i tutaj mamy podział na męskie i damskie. Czym się różni kaczka damska od męskiej? Damska ma inną budowę dostosowaną do kobiecych części ciała, jej wlot jest znacznie szerszy niż męskiej, dzięki temu jest wygodna w użyciu. Z kolei kaczki męskie posiadają węższy wlot i zazwyczaj powinny mieć pokrywkę, która chroni przed wylaniem moczu. Oprócz kacek i basenów warto wspomnieć o toaletach przenośnych dedykowanych do zastosowania w warunkach mieszkalnych. Toalety przenośne przeznaczone są dla osób chorych, które są w stanie wstać z łóżka i na nich usiąść.

Krzesło toaletowe można ustawić zaraz przy łóżku chorego, dzięki temu nie będzie on musiał pokonywać długiego dystansu do łazienki. Zazwyczaj tego rodzaju krzesła toaletowe są lekkie, można je wygodnie przenosić i posiadają zdejmowany kuferek na nieczystości, który z łatwością można opróżnić i wymyć. Wybór toalet jest bardzo duży, są również modele toalet tapicerowanych. Głównie dedykowane dla pacjentów nieodpornych na ucisk z różnych przyczyn zdrowotnych. Oprócz tego asortymentu warto również wspomnieć o przenośnych bidetach służących do podmywania chorego po czynnościach fizjologicznych. Higiena w okresie niemożności chodzenia jest szczególnie istotna dla osoby leżącej. Dlatego każdy opiekun powinien zwrócić na to szczególną uwagę nie tylko ze względu na komfort chorego, ale także na zdrowie.

W zanieczyszczonym środowisku szczególnie, jeżeli chodzi o mocz i kał, rozwija się wiele wirusów i bakterii, które mogą powodować szereg chorób. Dodatkowo przyczyniają się do zmian skórnych owrzodzeń czy odleżyn. Z tego powodu musi być zachowana higiena na wysokim



Bidet do podmywania i toalety

Krzesło
toaletowe ta-
picerowane
również pod
prysznic



poziomie. W czym również mogą pomóc różnego rodzaju pieluchy czy pieluchomajtki oraz asortyment pielęgnacyjny w postaci pianek myjących, żeli, posiadających delikatny skład, pozwalający na pielęgnację i odżywienie skóry. Tutaj różnorodność kosmetyków jest bardzo duża zarówno w aptekach, jak i sklepach medycznych. Przy wyborze tego rodzaju asortymentu zwróćmy uwagę na to, aby były to sprawdzone dermokosmetyki jak np. wiodącej na rynku marki Seni, która od kilkudziesięciu lat zajmuje się produktami na inkontynencję kałową i moczową – nietrzymanie moczu. Takie produkty mają zazwyczaj opatentowany skład, który jest bezpieczny nawet dla alergików, ale również posiadają właściwości odżywcze, regeneracyjne oraz pielęgnacyjne, zapobiegające tworzeniu się zmian skórnych.

Wymieniliśmy jedno z najczęściej stosowanych produktów dla osób chorych przy potrzebach fizjologicznych. Oprócz kaczek, bidetów, basenów, kosmetyków czy pieluch istnieje także inny pomocniczy asortyment dla osób chorych, stosowany podczas kąpieli jak krzeselka do wanny pod prysznic. Ale też mogą to być nakładki podwyższające sedes. Oprócz tego dla osób, które mogą się poruszać, ale wymagają asekuracji istnieją kule ortopedyczne, trójnogi, podpórki, chodziki czy balkoniki. Warto również wspomnieć o specjalistycznym asortymencie przeznaczonym do higieny jamy ustnej, o którą należy szczególnie dbać, zwłaszcza u osoby chorej.

Źródło: medyczny-rzeszow.pl

reklama



Pieluchomajtki Seni na inkontynencję moczową i kałową

RowLAM

RowLAM Sp. z o.o., 62-800 Kalisz, ul. Przybrzeżna 17
tel. 62 764 55 08, e-mail: rowlam@rowlam.com.pl

to jeden z pierwszych w Polsce producentów wyrobów medycznych z tworzyw sztucznych oraz dystrybutor wyrobów z masy papierowej – pulpy (tzw. jednorazówki)

Nasze sztandarowe produkty to:

- Basen sanitarny z tworzywa sztucznego (tradycyjny, płaski oraz głęboki nocnik)
- Podstawa basenu jednorazowego płaskiego oraz głębokiego
- Kaczka sanitarna (męska oraz damska)
- Bidet
- Kubek-pojnik 200ml (z uchwytem oraz bez)
- Kubek - Bulionówka
- Miska nerkowata (300 ml, 700 ml)
- Pojemnik do zbiórki dobowej moczu „Tulipan”

Zajmujemy się dystrybucją:

- Kaczka jednorazowa
- Miski nerkowate jednorazowe
- Miski do mycia jednorazowe 3L, 4L
- Baseny jednorazowe płaskie i głębokie



www.rowlam.com.pl

Najbardziej sterylne materiały stosowane w szpitalach i placówkach medycznych

Biznes i technologie

Najbardziej sterylne materiały stosowane w szpitalach to stal nierdzewna, miedź antybakteryjna, szkło medyczne oraz wysokosprawne polimery o gładkiej strukturze powierzchniowej. Wybór tych surowców wynika z ich naturalnej zdolności do hamowania wzrostu mikroorganizmów oraz łatwości, z jaką poddają się procesom dekontaminacji. W środowisku klinicznym materiał uważa się za sterylne, gdy jego właściwości fizykochemiczne pozwalają na całkowite usunięcie form wegetatywnych i przetrwalnikowych patogenów.

Stal nierdzewna jako złoty standard w chirurgii

Stal nierdzewna o niskiej zawartości węgla (najczęściej gatunek 316L) stanowi fundament wyposażenia sal operacyjnych i produkcji narzędzi chirurgicznych. Jej wyjątkowa odporność na korozję wynika z obecności pasywnej warstwy tlenku chromu, która regeneruje się samoistnie przy kontakcie z tlenem. Gładka, nieporowata powierzchnia stali sprawia, że bakterie nie mają punktów zaczepienia, co ułatwia ich usuwanie podczas mycia ręcznego lub maszynowego.

Narzędzia wykonane z tego stopu wytrzymują tysiące cykli sterylizacji parowej w temperaturze 134°C bez utraty ostrości czy właściwości mechanicznych. Meble szpitalne ze stali nierdzewnej, takie jak stoliki zabiegowe czy szafy na leki, są odporne na działanie agresywnych środków dezynfekujących na bazie chloru i alkoholu. Trwałość tego materiału sprawia, że jest on najbardziej ekonomicznym i bezpiecznym wyborem dla placówek medycznych.

Miedź antybakteryjna i jej rola w walce z zakażeniami

Miedź oraz jej stopy, takie jak mosiądz i brąz, posiadają unikalną zdolność do niszczenia bakterii, wirusów i grzybów w mechanizmie tzw. „śmierci kontaktowej”. Jony miedzi uszkadzają błonę komórkową patogenów i niszczą ich DNA, co zapobiega powstawaniu zjawiska antybiotykooporności. Z tego powodu miedź jest coraz częściej stosowana do produkcji klamek, poręczy łóżek oraz przycisków w windach szpitalnych.

Badania kliniczne potwierdzają, że na powierzchniach miedzianych przeżywalność groźnych bakterii, takich jak MRSA czy VRE, skraca się z kilku dni do zaledwie kilku godzin. Wprowadzenie elementów miedzianych do stref o wysokim natężeniu ruchu pacjentów znacząco redukuje ryzyko przenoszenia infekcji drogą dotykową. Materiał ten zachowuje swoje właściwości przez cały okres użytkowania, nawet jeśli ulegnie naturalnemu procesowi patynowania.

Zaawansowane polimery i tworzywa sztuczne w medycynie

Wysokosprawne tworzywa sztuczne, takie jak PTFE (teflon) czy silikon medyczny, odgrywają kluczową rolę w



mięściach, gdzie metal mógłby wchodzić w reakcje z tkankami lub lekami. Materiały te cechują się wyjątkowo niskim napięciem powierzchniowym, co zapobiega przywieraniu białek i tworzeniu się biofilmu bakteryjnego. Silikon medyczny jest powszechnie stosowany w produkcji drenów, cewników i uszczelnień do aparatury medycznej ze względu na swoją elastyczność i neutralność chemiczną.

Nowoczesne polimery są często wzbogacane o nanocząsteczki srebra już na etapie produkcji granulatu, co nadaje im trwałe właściwości bakteriobójcze. W przeciwieństwie do powłok nanoszonych powierzchniowo, ochrona ta nie ściera się podczas użytkowania. Tworzywa te są stosowane w obudowach kardiomonitorów, klawiaturach medycznych oraz obudowach aparatów RTG, gdzie tradycyjna sterylizacja parowa nie jest możliwa.

Cechy sterylnych tworzyw polimerowych:

- Brak reakcji chemicznych z płynami ustrojowymi i krwią.
- Możliwość formowania skomplikowanych kształtów bez szczelin.
- Odporność na promieniowanie gamma stosowane do sterylizacji przemysłowej.
- Wysoka transparentność w przypadku osłon i pojemników.
- Stabilność termiczna pozwalająca na dezynfekcję termiczną.

Szkło medyczne i powierzchnie ceramiczne

Szkło borokrzemowe jest niezastąpione w produkcji ampulek, fiolek oraz aparatury laboratoryjnej ze względu na swoją niemal zerową reaktywność chemiczną. Materiał ten nie oddaje do zawartości żadnych jonów, co gwarantuje czystość przechowywanych leków i szczepionek. W nowoczesnych szpitalach stosuje się również szkło bezpieczne z powłokami fotokatalitycznymi na oknach i ściankach działowych, które pod wpływem światła rozkładają zanieczyszczenia organiczne.

Ceramiczne płytki wielkoformatowe z domieszką dwutlenku tytanu stanowią nowoczesną alternatywę dla tra-

dycyjnych wykończeń ścian w laboratoriach. Powierzchnie te wykazują właściwości hydrofilowe, co sprawia, że woda podczas mycia rozplywa się cienką warstwą, skutecznie splukując wszelkie drobnoustroje. Tego typu rozwiązania są nie tylko sterylne, ale również wyjątkowo trwałe i odporne na zarysowania mechaniczne.

Zasady doboru materiałów do stref czystych:

- Materiał nie może emitować żadnych cząstek ani pyłów.

- Powierzchnia musi być odporna na ścieranie podczas intensywnego mycia.
- Elementy konstrukcyjne muszą pozwalać na szczelne łączenie.
- Surowiec powinien być odporny na działanie lamp UV-C.
- Wykończenie musi minimalizować refleksy świetlne męczące wzrok personelu.

Źródło: rododlapacjenta.pl

reklama

CENTROMEDIC



**BARIATRYK
NA SKALĘ ŚWIATOWĄ**



**SYSTEM SUSZENIA
DO ENDOSKOPII
ZAPEWNIAJĄCY
NAJLEPSZE WYNIKI**

**AUTOKŁAW**

- JAKOŚĆ
- CZYSTOŚĆ
- PRECYZJA

Dowiedz się więcej
na naszej stronie:

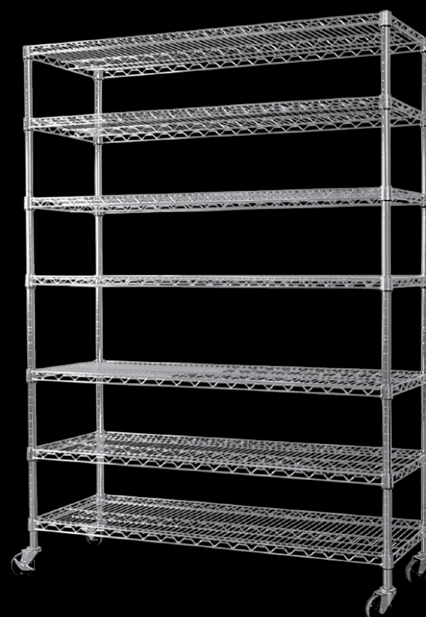


reklama

ultra power
SYSTEMY PÓŁKOWE

**REGAŁY IDEALNE DLA
SŁUŻBY ZDROWIA**

Placówki ochrony zdrowia, szpitale oraz zaawansowane placówki badawcze i laboratoryjne to miejsca o krytycznym znaczeniu, które podlegają surowym restrykcjom sanitarno-epidemiologicznym. Odpowiadasz za wyposażenie nowoczesnego bloku operacyjnego czy magazynu aptecznego? Szukasz certyfikowanych mebli, które neutralizują bakterie i ułatwiają sterylizację, znosząc przy tym ogromne obciążenia leków w płynach? Skonfrontuj specyfikację regałów Ultra Power - Antybakteryjnych i Chromowanych - z realnymi wyzwaniami ochrony zdrowia.



Ultra Power Polska Sp. z o.o.
66-460 Nowiny Wielkie, ul. Główna 28 a
tel. 957 204 862
e-mail: biuro@ultrapower.pl

www.ultrapower.pl

Łóżka szpitalne, ich budowa oraz regulacje prawne

Nie ma co do tego wątpliwości – łóżka stanowią obowiązkowe wyposażenie każdego oddziału szpitalnego. Jak każdy jego element, także łóżka mogą się między sobą różnić, niekiedy radykalnie. Ma to ogromny wpływ nie tylko na wygodę oraz komfort pacjentów, lecz także przebieg leczenia i rehabilitacji. Łóżko szpitalne stanowi miejsce wypoczynku oraz specjalistyczny sprzęt medyczny, który może wspomagać lekarzy oraz personel medyczny w jego wysiłkach. Jakie są kryteria prawne związane z łóżkami szpitalnymi?

Łóżka szpitalne a kryteria formalne

Bez wysokiej jakości łóżka szpitalnego powrót pacjenta do zdrowia może się znacząco opóźnić. Łóżko tego rodzaju stanowi miejsce, w którym chory przebywa często przez bardzo długi czas, zatem musi spełniać kompleksową rolę wypoczynkowo-medyczną, nie powodując dyskomfortu i nie utrudniając leczenia. Dystrybutorem wysokiej klasy łóżek specjalistycznych jest między innymi firma Metalowiec.

Zasady formalne związane z łóżkami szpitalnymi regulowane są prawnie – są to wybory medyczne pierwszej klasy bezpieczeństwa oraz pierwszej klasy z funkcją pomiarową (w przypadku łóżek z wbudowaną wagą). Łóżka szpitalne



Foto: Freepik

muszą spełniać te i inne kryteria wyszczególnione w załączniku IX Dyrektywy Rady 93/42/WE z dnia 14 czerwca 1993 roku dotyczącej wyrobów medycznych. Mówi on między innymi o tym, że klasyfikacji łóżek dokonuje producent, a w przypadku łóżek z wagą – jednostka notyfikowana.

Co ważne, nadzór nad łóżkami i innymi wyrobami medycznymi, które wytwarzane są i wprowadzone do obrotu w Polsce sprawuje Prezes Urzędu Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych.

Jak zbudowane są łóżka szpitalne?

Łóżka szpitalne mogą być zbudowane w oparciu o konstrukcję ramową lub kolumnową.

Konstrukcja ramowa stosowana jest w tańszych w zakupie i utrzymaniu łóżkach. Daje możliwość regulacji elektrycznej lub innych mechanizmów, które do działania nie wymagają elektryczności – w przypadku konstrukcji kolumnowej koniecznością jest zastosowanie siłowników zasilanych prądem.

Dodatkowo, konstrukcja ramowa może w dolnej części zostać obudowana osłoną stworzoną zazwyczaj z tworzywa sztucznego, która znacząco ułatwia utrzymanie czystości. Mimo tego łóżka kolumnowe są uznawane za łatwiejsze do czyszczenia.

Niestety, łóżka oparte o konstrukcję ramową mają także dodatkowe wady – są bardziej podatne na uszkodzenia mechaniczne, mają także mniejszy prześwit pomiędzy podłogą oraz ramą łóżka, który może utrudniać pokonywanie progów oraz wjazd łóżka do windy.



Foto: Freepik

Źródło: biznesfinder.pl

100% polski kapitał – firma z tradycją i nowoczesnym podejściem

Metalowiec – tworzymy bezpieczeństwo od 1976 roku

W świecie, gdzie wszystko dzieje się szybko, my stawiamy na coś, co przetrwa próbę czasu, tj. ludzkie zaangażowanie, rzetelność i prawdziwe rzemiosło. Od prawie 50 lat, w naszej fabryce w Namysłowie, z metalu, pasji i doświadczenia powstają rzeczy, które naprawdę pomagają ludziom: łóżka szpitalne, sprzęt rehabilitacyjny, wyroby medyczne.

Nie jesteśmy zwykłą fabryką. Jesteśmy zespołem ludzi, z których wielu tworzy tę firmę od samego początku. Nasza wiedza i serce są obecne w każdym spawie, każdej śrubie i mechanizmie, który trafia do szpitali, domów opieki i prywatnych mieszkań w Polsce i na całym świecie. To właśnie dzięki doświadczeniu pracowników nasze produkty niosą nie tylko funkcję – ale też ulgę, komfort i spokój.

Jednocześnie stale patrzymy w przyszłość. Nasz dział technologiczno-konstrukcyjny to serce innowacji gotowe wdrażać nowe produkty i elastycznie dostosowywać je do indywidualnych potrzeb klientów. Dzięki temu możemy realnie odpowiadać na wyzwania codzienności, zarówno w placówkach medycznych, jak i w domach prywatnych.

Od Niemiec, przez Litwę i Australię, po Hongkong, wszędzie tam, gdzie potrzebne jest niezawodne wsparcie, są obecne efekty naszej pracy. Produkty, które codziennie służą pacjentom, opiekunom i personelowi medycznemu, nie zawodzą w najważniejszych momentach.

Metalowiec to nie marka. To odpowiedzialność. To obietnica, że tworzymy tak, jakby chodziło o naszych najbliższych.

Doświadczenie i misja

Nasze łóżka i meble medyczne są projektowane z myślą o komforcie pacjentów, poprawie ich jakości życia oraz bezpieczeństwie, a także wsparciu personelu medycznego i opiekunów. Oferujemy kompleksową obsługę, obejmującą:

- Profesjonalne doradztwo w doborze sprzętu;
- Dostawę;



- Szkolenie personelu;
- Serwis i wsparcie techniczne.

Nasze produkty znajdują zastosowanie w placówkach opieki długoterminowej, takich jak:

- Domy opieki;
- Domy pomocy społecznej;
- Zakłady opiekuńczo-lecznicze;
- Hospicja.

W ofercie posiadamy także łóżka w pełni elektryczne, które w znacznym stopniu ułatwiają opiekę nad osobami leżącymi.

Innowacje i technologia

Jako firma zorientowana na nowoczesne rozwiązania, stale inwestujemy w badania i rozwój. Nasz dział technologiczno-konstrukcyjny wdraża nowoczesne rozwiązania, które zwiększają funkcjonalność i ergonomię naszych produktów.

W ofercie posiadamy także specjalistyczne łóżka:

- Bariatryczne – o zwiększonej nośności, dostosowane do potrzeb pacjentów z większą masą ciała;
- Z regulowanym leżem do poziomu 20 cm – przeznaczone dla osób z zaburzeniami świadomości;
- Siedziska bariatryczne – o obciążeniu do 350 kg.

Dzięki wysokiej jakości wykonania, nowoczesnemu designowi oraz trwałym materiałom, nasze produkty spełniają oczekiwania najbardziej wymagających klientów.

Zapraszamy do współpracy!

www.metalowiec.com.pl

reklama



METALOWIEC
MEDICAL FURNITURE &
EQUIPMENT MANUFACTURER



OPIEKA BEZ KOMPROMISÓW METALOWIEC

(077) 410 45 58
biuro@metalowiec.com.pl
www.metalowiec.com.pl
46-100 Namysłów, ul. Fabryczna 2

Przegląd wykorzystania dyskretnego modelowania komputerowego w zarządzaniu podmiotami opieki zdrowotnej

Magdalena Jurczyk-Bunkowska

Systemy opieki zdrowotnej to głównie elastyczne układy, w których centrum znajduje się człowiek – jako pacjent i jako personel medyczny. Charakteryzują się one skomplikowanymi relacjami pomiędzy poszczególnymi elementami systemu na różnych szczeblach zarządzania i funkcjonują, wykorzystując ograniczone zasoby fizyczne i materialne. Systemy opieki zdrowotnej mają różną charakterystykę, poczynając od placówek podstawowej opieki zdrowotnej, poprzez kliniki, aż po szpitale. Tworzą struktury niełatwe do zrozumienia, przewidzenia i zaprojektowania, ponieważ cechuje je wysoki poziom niepewności i zmienności oraz konieczność zachowania znacznej elastyczności. W miarę postępu cywilizacyjnego presja na dostęp do zaawansowanych możliwości w obszarze ochrony zdrowia rośnie, a zatem potrzeba osiągania przez te systemy lepszej jakości opieki przy jednoczesnym obniżeniu kosztów staje się kluczowym problemem globalnym. Także w Polsce ochrona zdrowia musi sprostać rosnącym wyzwaniom zdrowotnym, takim jak nierówności społeczno-ekonomiczne, wysokie wskaźniki otyłości, rosnące obciążenie zaburzeniami psychicznymi i starzenie się społeczeństwa, które obciążają zasoby opieki zdrowotnej. Ponadto w krajowych systemach identyfikowane są problemy nadmiernego polegania na oddziałach ratunkowych i intensywnej terapii w porównaniu z innymi rodzajami opieki, w tym opieką ambulatoryjną i długoterminową, niedoborem zasobów ludzkich, znikomą rolą w zakresie promocji zdrowia i zapobiegania chorobom w stosunku do opieki leczniczej oraz słabą sytuacją finansową w sektorze szpitalnym [33]. Ogranicza to dostępność ochrony zdrowia, dlatego zmiany w modelach funkcjonowania podmiotów są konieczne. W Stanach Zjednoczonych następuje odejście od modelu opłaty za usługi (*fee for service*) w kierunku modelu opartego na wartości (*value-based care*). Tym samym szpitale i kliniki, będące świadczeniodawcami, otrzymują stałą roczną opłatę od różnych płatników, takich jak Medicare/Medicaid czy prywatnych ubezpieczycieli, a następnie oczekuje się, że utrzymają one zdrową populację pacjentów [13]. Transformacja ta jest wspierana przez różne inicjatywy rządowe i prywatne, takie jak programy ACO (*Accountable Care Organizations*) i MIPS (*Merit-based Incentive Payment System*). Są to programy zachęcające świad-

czeniodawców do poprawy jakości opieki i efektywności kosztowej.

W zarządzaniu systemami opieki zdrowotnej podejmowane są decyzje strategiczne, taktyczne i operacyjne w celu oceny i poprawy efektywności oraz skuteczności różnych procesów i usług. Wymagają one szczegółowej analizy, dlatego najlepiej dla zarządzających, gdy mogą przetestować i rozważyć alternatywne scenariusze. Potrzebne są zatem narzędzia umożliwiające zrozumienie złożonych systemów i symulujące ich zachowanie pod wpływem różnych czynników. Istnieje kilka rodzajów metod w analizie i rozwiązywaniu złożonych problemów organizacyjnych, np. metodologia miękkich systemów (*Soft Systems Methodology* – SSM), rozwój i analiza opcji strategicznych (*Strategic Options Development And Analysis* – SODA) dynamika symulacji, w tym dynamika systemów (*System Dynamics* – SD) i symulacja zdarzeń dyskretnych (*Discrete Event Simulation* – DES). Te ostatnie zyskały popularność ze względu na szeroki obszar zastosowania oraz możliwość analizowania wielu wzajemnie powiązanych procesów.

Początki wykorzystania symulacji komputerowej sięgają lat 50. XX wieku. Najbardziej znaczące w tym okresie było wynalezienie metody Monte Carlo przez Metropolis i Ulam w 1946 roku, czyli techniki wykorzystującej pseudolosowe liczby do powtarzania obliczeń i określenia w ten sposób prawdopodobieństwa uzyskania określonego wyniku. Zakres zastosowania metod symulacyjnych do wspomagania podejmowania decyzji zaczął gwałtownie rozrastać się w latach 90. XX wieku wraz ze wzrostem rozwoju systemów komputerowych. W tym czasie powstało oprogramowanie Arena, będące obecnie jednym z najpopularniejszych narzędzi symulacji zdarzeń dyskretnych (*Discrete Event Simulation* – DES). Kolejne przyspieszenie wykorzystania DES to początki XXI wieku – wtedy na rynku pojawiły się pakiety symulacyjne AnyLogic i Simul8 [8].

Systemy komputerowe DES pozwalają opracować model, który jest przybliżeniem rzeczywistego systemu i zawiera większość jego głównych cech, a jednocześnie jest na tyle prosty, że łatwo go zrozumieć i eksperymentować z nim [18]. Modelowana jest struktura systemu, czyli jego komponenty, relacje między nimi, wejścia i wyjścia, a następnie podczas symulacji obserwowane jest jego zachowanie.

wanie w czasie, np. pod wpływem wprowadzanych zmian. Celem niniejszego artykułu jest pokazanie na podstawie analizy literatury, w jaki sposób DES jest wykorzystywane we wsparciu zarządzania podmiotami opieki zdrowotnej. Celami szczegółowymi są wskazania: jakie zadania z zakresu zarządzania podmiotami opieki zdrowotnej są rozwiązywane przy wykorzystaniu DES, z jakimi innymi metodami lub technikami jest łączone DES przy problemach zarządzania ochroną zdrowia, na jakim etapie rozwoju jest zastosowanie DES w ochronie zdrowia, jakie oprogramowanie DES wspiera rozwiązywanie problemów w ochronie zdrowia.

Metodyka badawcza

Założone cele osiągnięto na podstawie analizy literatury. Została ona przeprowadzona w oparciu o wtórny przegląd literatury, bazujący na czterech publikacjach obejmujących okres do 2021 roku oraz na własnym przeglądzie prac opublikowanych pomiędzy rokiem 2022 a czerwcem 2024 roku. W analizowanych przeglądach zostały uwzględnione i przejrane oryginalne artykuły badawcze, które koncentrowały się na wykorzystaniu techniki DES w ochronie zdrowia. Rozważono je pod kątem zakresu i efektów wykorzystania symulacji zdarzeń dyskretnych w decyzjach związanych z zarządzaniem systemami ochrony zdrowia. Nie wzięto pod uwagę innych zastosowań DES w ochronie zdrowia, takich jak np. modelowanie zachowań zdrowotnych, postępu choroby zakaźnej lub organizacji badań przesiewowych. Własny przegląd literatury został przeprowadzony w bazach PubMed i EBSCO na podstawie haseł w języku angielskim odnoszących się do tytułów, streszczeń i słów kluczowych „symulacja zdarzeń dyskretnych” (*discrete event simulation*), „ochrona zdrowia” (*healthcare*), „zarządzanie” powiązanych operatorem logicznym „and”. W bazie EBSCO znaleziono 16 dokumentów w bazie PubMed 17, po ich dokładnej analizie uwzględniającej m.in. powtarzające się publikacje ostatecznie do przeglądu wytypowano 21 publikacji. Podstawowe informacje dotyczące przeprowadzanego przeglądu literatury zostały przedstawione w tabeli 1.

Wskazane publikacje zostały przeanalizowane w celu uzyskania odpowiedzi na następujące pytania:

1. Jakie są ograniczenia wykorzystania DES w problemach

- zarządzania?
2. W jaki sposób DES może wspierać zarządzanie w ochronie zdrowia?
3. Jaka część publikacji związanych z wykorzystaniem DES w ochronie zdrowia dotyczy problemów zarządzania?
4. Czy DES jest łączone z innymi metodami zarządzania?
5. Jakie oprogramowanie DES jest wykorzystywane w rozwiązywaniu problemów zarządczych w ochronie zdrowia?
6. Jakie są wdrożone w praktyce przykłady wykorzystania DES w zarządzaniu podmiotami leczniczymi?

Cel wykorzystywania DES w zarządzaniu podmiotami ochrony zdrowia

Istotą zastosowania modeli symulacyjnych jest uczenie się o złożonych problemach i testowaniu różnych interwencji poza rzeczywistym systemem. Modele symulacyjne mogą pomóc wyjaśnić, nieraz sprzeczne z intuicją, zachowania złożonych systemów, których stopień skomplikowania wykracza daleko poza ludzką zdolność do ich ręcznego rozwiązywania [9]. Symulacja jest imitacją sposobu działania rzeczywistego systemu w czasie. Może być używana do identyfikowania punktów krytycznych i wąskich gardeł systemu oraz do odpowiadania na pytania „co by było, gdyby” dotyczące rzeczywistych scenariuszy bez żadnych praktycznych i/lub finansowych implikacji [16]. Zdolność DES do wypróbowania różnych scenariuszy w wirtualnym ustawieniu jest znacznie tańsza niż możliwość zaangażowania zasobów do testowania w świecie rzeczywistym. Dodatkowo projektant może przetestować prawie nieograniczoną liczbę różnych scenariuszy, zwiększając prawdopodobieństwo znalezienia idealnej konfiguracji. Celem wykorzystania DES w zarządzaniu jest zatem kompleksowe porównanie potencjalnych praktyk postępowania lub opcji strategicznych, tak aby zidentyfikować te najbardziej wydajne i skuteczne, zwłaszcza w sytuacjach, w których przeprowadzenie wymaganych badań ankietowych lub eksperymentów porównawczych w praktyce może być niewykonalne [4]. DES może uchwycić zachowanie systemu i efekty relacji, które wynikają z kombinacji wielu losowych procesów, połączonych ze strukturą systemu.

Odpowiadając jednak na pierwsze z pytań badawczych o ograniczenia zastosowania tego rozwiązania, należy wspo-

Tabela 1. Schemat realizacji badań dotyczących zastosowania DES w zarządzaniu systemami opieki zdrowotnej. Źródło: Opracowanie własne

Analizowana publikacja	Okres przeglądu	Liczba artykułów ujęta w przeglądzie
Application of discrete event simulation in health care: A systematic review [39]	do 31.03.2017	211
The diffusion of discrete event simulation approaches in health care management in the past four decades: A comprehensive review [24]	1981-2014	483
Discrete-event simulation modeling in healthcare: A comprehensive review [35]	do 08.2021	231
(Forbus & Berleant, 2022) Discrete-event simulation in healthcare settings: A review [13]	2017-2021	311
Własny przegląd literatury	2022-2024	21

mnąć, że badanie symulacyjne wymaga zdefiniowania modelu koncepcyjnego reprezentującego problem w systemie, który pochodzi z teorii lub obserwacji [2]. Model ten musi integrować różne komponenty, takie jak cele, dane wejściowe, dane wyjściowe, elementy, granice, założenia i uproszczenia, a użyteczność modelu w dużym stopniu zależy od dobrej jakości danych. Sam proces opracowania adekwatnego do badań symulacyjnych modelu złożonego systemu jest czasochłonny i kosztowny, należy zatem zrównoważyć korzyści i wyzwania wynikające z wykorzystania podejścia symulacyjnego [21]. Innymi słowy: wyniki symulacji są na tyle dobre, na ile prawidłowe są dane wejściowe i na ile właściwie opracowany jest model. Dodatkowo, nawet przy dobrych danych wejściowych, wyniki mogą być nadal trudne do interpretacji, szczególnie dla kogoś, kto nie jest przyzwyczajony do probabilistycznych wyjść.

Symulacja zdarzeń dyskretnych to stochastyczne podejście do modelowania chętnie stosowane w przypadku dynamicznych i złożonych systemów, takich jak opieka zdrowotna [35]. Odnosząc się zatem do drugiego pytania badawczego, trzeba zauważyć, że pierwotny pomysł wykorzystania DES w zarządzaniu działaniem służby zdrowia pochodzi z początku lat 80. XX wieku [24]. Dotyczył on oceny czasu oczekiwania pacjenta na szpitalnym bloku chirurgicznym. Wyniki pokazały, że poprawiając politykę planowania wizyt pacjentów, można zaoszczędzić nawet 30% średniego czasu oczekiwania pacjenta [23]. W miarę jak systemy opieki zdrowotnej stają się bardziej złożone, w połączeniu z bardziej rygorystycznymi wymaganiami jakościowymi, rośnie zainteresowanie wykorzystaniem modelowania DES w tych warunkach [35]. Obecnie DES jest stosowany w opiece zdrowotnej jako preferowana technika modelowania, ze względu na jego elastyczność w reagowaniu na zmiany skali, poziom szczegółowości, indywidualne skupienie się na pacjencie, czynniki stochastyczne wpływające na system, łatwość zmiany komponentów modelu, oczekiwanie na wydajność związaną z czasem, istnienie kolejek i wizualną reprezentację przepływów pacjentów [15]. Elastyczność wynika z tego, że DES modelu-

je działanie systemu jako dyskretną sekwencję zdarzeń w czasie. Każde zdarzenie występuje w określonym momencie w czasie i oznacza zmianę stanu systemu. Niektórzy badacze charakteryzują ją jako „formę modelowania oparte go na komputerze, która zapewnia intuicyjne i elastyczne podejście do reprezentowania złożonych systemów” [22]. W porównaniu z modelami agregatowymi bez interakcji, takimi jak drzewa decyzyjne lub modele Markowa, metoda DES jest korzystniejsza do modelowania złożonych systemów na poziomie indywidualnym, pozwalając na szczegółowe modelowanie każdego elementu systemu (np. każdego pacjenta w szpitalu), uwzględniając ich unikalne cechy i interakcje, a nie na poziomie kohorty, gdzie analizowane są grupy jednostek jako jedna całość. Symulowane konteksty są zwykle postrzegane jako sieci kolejkowe, w których poszczególne jednostki przechodzą przez serię dyskretnych zdarzeń, jedno po drugim, w dyskretnych odstępach czasu, między którymi muszą czekać w kolejkach z powodu ograniczonej dostępności zasobów [34]. Metody DES zakładają, że przemieszczanie się jednostek, takich jak pacjenci, oraz działania, takie jak wizyta lekarska czy testy laboratoryjne, mogą być losowe, a tym samym pozwalają wychwytywać zmienności, które są nieodłączne w opiece zdrowotnej [10].

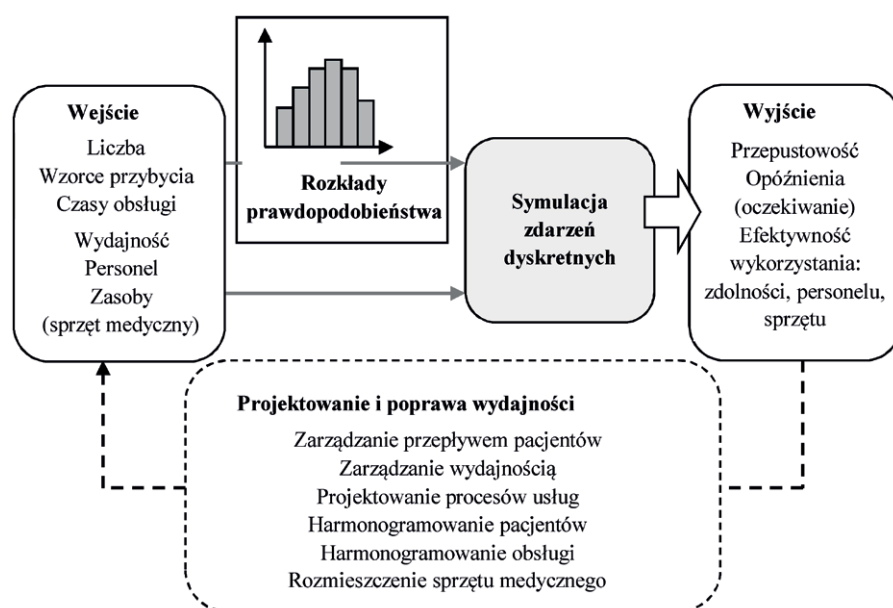
Dlatego istnieje rosnący trend w kierunku stosowania DES w opiece zdrowotnej w celu rozwiązania problemów na poziomie operacyjnym, jednak mniej niż 10% zastosowań DES przedstawia rzeczywiste implementacje po etapie modelowania [35]. Na rys. 1 zaprezentowano koncepcję wykorzystania DES w zarządzaniu podmiotami ochrony zdrowia.

Wraz z rozwojem mocy przetwarzania komputerowe zasoby niezbędne do modelowania bardziej złożonych systemów stają się w zasięgu coraz większej puli potencjalnych zastosowań, co dodatkowo podkreśla jego użyteczność i moc [13].

Podsumowując: DES umożliwia badaczom i zarządzającym na różnych poziomach ochrony zdrowia lepsze zrozumienie dynamicznej interakcji komponentów i całego systemu. Ułatwia planowanie scenariuszy, odpowiadając na pytania „co by było, gdyby” poprzez zmianę wzorców przepływu pacjentów i zasad świadczenia usług. Choć wymaga wielu godzin i specjalistycznych umiejętności, a także poniesienia kosztów zakupu pakietu oprogramowania, może zapewnić wsparcie decyzyjne dla kierowników szpitali w zakresie diagnozy nieefektywności systemu i oceny alternatywnych konfiguracji systemu [20]. W dalszym ciągu artykułu zostaną omówione rezultaty wykorzystania DES w zarządzaniu ochroną zdrowia.

Zakres wykorzystania DES w zarządzaniu podmiotami ochrony zdrowia

Przegląd literatury przeprowadzony przez Zhanga wskazuje, że działanie



Rys. 1. Diagram koncepcyjny wykorzystania symulacji zdarzeń dyskretnych w zarządzaniu podmiotami ochrony zdrowia Źródło: (Hamrock i in., 2013)

systemów opieki zdrowotnej stanowi 65% wszystkich badań modelowania w całym okresie [39]. Należy stwierdzić, że większość problemów, przy których zastosowano DES, dotyczy mniej lub bardziej bezpośrednio zarządzania (trzęcie pytanie badawcze). Pozostałe to m.in. modelowanie przebiegu choroby, przebiegu badań przesiewowych czy też modelowanie zachowań zdrowotnych. Wykorzystanie metod DES w zarządzaniu ma na celu umożliwienie menedżerom lepszego zrozumienia mechanizmów leżących u podstaw działania systemu oraz kompleksowego zbadania złożonych relacji między jego różnymi komponentami, tak aby podejmować jak najlepsze decyzje operacyjne i administracyjne. Według Mielczarek i innych struktura DES lepiej nadaje się do symulacji szczegółów operacyjnych i mechanizmów fizycznych określonego procesu zamiast oceny i planowania polityki zdrowotnej. Zatem DES jest odpowiednim narzędziem, jeśli chodzi o konkretne problemy operacyjne związane z dostarczaniem opieki zdrowotnej [25]. Są one rozwiązywane w większości w szpitalach i ośrodkach medycznych (38,9% badań) i dotyczą najczęściej czasu i wydajności, alokacji zasobów/harmonogramów oraz oszczędności finansowych i kosztowych [35].

Często DES jest uzupełniane o inną technikę, taką jak badania operacyjne, dzięki czemu mogą one zapewnić szerszy zakres cech do rozwiązywania problemów opieki zdrowotnej [36]. Poszukując jednak odpowiedzi na czwarte z postawionych pytań badawczych, dotyczące łączenia technik symulacji z innymi metodami zarządzania, trzeba też zwrócić uwagę na modele hybrydowe, które łączą DES z różnymi podejściami symulacyjnymi, takimi jak dynamika systemu (SD), symulacja oparta na agentach (ABS) i symulacja Monte Carlo (MCS), w celu uzupełnienia i rozszerzenia zakresu, celu i perspektywy symulacji [35, 38]. Prace teoretyczne i koncepcyjne dotyczące symulacji zdarzeń dyskretnych w literaturze obejmują również połączenia DES z optymalizacją lub modelem matematycznym [11], a także z Lean lub Six Sigma [6]. Vázquez-Serrano i inni wskazują, że w dwóch trzecich artykułów teoretycznych omówione są modele, które obejmują DES wraz z innymi technikami analitycznymi, takimi jak optymalizacja i Lean/Six Sigma [35].

Oprogramowanie DES w zarządzaniu podmiotami ochrony zdrowia

Kluczowe cechy, jakie powinno mieć oprogramowanie wykorzystywane w zarządzaniu podmiotami ochrony zdrowia, to przejrzysta wizualizacja procesów i wyników, możliwość walidacji modelu na danych historycznych, uwzględnianie zmiennych specyficznych dla ochrony zdrowia, łatwość modyfikacji modeli w odpowiedzi na zmieniające się warunki, możliwość importu danych z elektronicznej dokumentacji medycznej, analiza scenariuszy „co-jeśli”, modelowanie ścieżek pacjenta i przepływów w placówkach medycznych. Trudno dać jednoznaczną odpowiedź na piąte z postawionych pytań badawczych, które odnosiło się do popularności oprogramowania wykorzystywanego przy modelowaniu i symulacji procesów w ochronie zdrowia. Jak wskazują Vázquez-Serrano i in. [35], najpopularniejszym oprogramowaniem DES są Arena i Simul8. Jednak Forbus i Berleant wskazują tylko oprogra-

owanie Arena jako najpopularniejsze narzędzie, plasując Simul8 obok ProModel, FlexSim, Simio i AnyLogic na niższym poziomie [13]. Specjalistyczne oprogramowanie DES jest używane w 88% artykułów, podczas gdy w 12% wykorzystywano języki skryptowe symulacji niskiego poziomu, takie jak Python, lub narzędzia symulacyjne poziomu średniego, które zawierały skrypty niskiego poziomu z ulepszonymi interfejsami graficznymi, takimi jak MATLAB i Visual Object Net++. Specyficzne i elastyczne oprogramowanie DES ma większe prawdopodobieństwo dostosowania się do potrzeb interesariuszy opieki zdrowotnej. Podejścia hybrydowe zapewniają bardziej realistyczny obraz złożonych systemów z mniejszą liczbą założeń i mniejszą złożonością. Simul8, AnyLogic i Arena pozwalają na opracowywanie hybrydowych modeli symulacyjnych w tym samym interfejsie/środowisku. Być może właśnie dlatego są to wyraźnie najczęściej używane narzędzia [13]. Wszystkie one posiadają interfejs graficzny, który wizualizuje przepływ procesu, co jest szczególnie przydatne do zarządzania, gdzie projektuje często modele przepływów ludzi lub materiałów w klinice lub szpitalu, w których relacje przestrzenne są ważne dla badania.

Przykłady wykorzystania DES w zarządzaniu podmiotami ochrony zdrowia

Przegląd praktycznych problemów, w których wykorzystano DES, należy rozpocząć od spostrzeżenia, że większość z rozpatrywanych badań modelowania jest specyficzna dla konkretnej jednostki, skupiając się na indywidualnych mikrosystemach, takich jak sala operacyjna, oddział ratunkowy czy oddział intensywnej terapii. Przykładem może być praca Schoenfeldera i innych [31], gdzie opracowano model symulacji obciążenia sal operacyjnych szpitala, wykorzystując oprogramowanie AnyLogic. Przetestowano cztery opcje polityki zarządzania przy użyciu danych chirurgicznych z 10 miesięcy. Rozważono takie możliwości jak częściowe przedłużenie godzin pracy, nałożenie czasu zakończenia poprzedniego zabiegu i znieczulenia pacjenta do kolejnego znieczulenia czy zmianę strategii kolejki pacjenta od pierwszej w pierwszej kolejności do najkrótszej pierwszej lub najdłuższej. Podobny problem był rozwiązywany z wykorzystaniem oprogramowania Arena [17]. W badaniu tym wskazano na przyczyny nieefektywności wykorzystania kosztochłonnych sal operacyjnych związane m.in. z dostępnością łóżek, sposobem transferu pacjentów, niewystarczającym przygotowaniem przedoperacyjnym czy też niedostępnością personelu, np. chirurgów, anestezjologów, instrumentariuszek. Oceniono, w jaki sposób zmiana planowanego zabiegu w szpitalu wpływa na kluczowe wskaźniki wydajności. Zaproponowano DES do modelowania przepływu pacjentów do sal operacyjnych w dużym szpitalu metropolitalnym i oceniono skutki sześciu różnych scenariuszy, m.in. mieszania przypadków operacyjnych z różnych oddziałów, zmian czasów rozpoczęcia i zakończenia prac w salach operacyjnych, zmian czasów przygotowania do zabiegu i prac zakończeniowych. Efekty oceniono pod kątem zdefiniowanych przez siebie KPI, takich jak: wykorzystanie sal operacyjnych, czas pobytu przedoperacyjnego, średni czas możliwy do odzyskania, procent wykorzystania sal w ciągu roku oraz czas oczekiwania pacjen-

tów na planowany zabieg. Co ciekawe, autorzy stworzyli graficzny interfejs użytkownika w postaci aplikacji internetowej, która umożliwia dynamiczne definiowanie scenariuszy oraz interaktywne eksplorowanie wyników. Jeszcze inne badanie dotyczące zarządzania salami operacyjnymi doprowadziło do optymalizacji operacji ambulatoryjnych u pacjentów pediatrycznych [28]. Do rozwiązania problemu efektywnego planowania liczby operacji w tygodniu zostało również wykorzystane oprogramowanie Simul8, dzięki któremu udało się przetestować sześć grup pacjentów, zdefiniowanych na podstawie przewidywanego czasu operacji i długości pobytu na OIOM-ie oraz cztery strategie o różnym odsetku przyjazdów pacjentów w każdej grupie.

Ostatnio DES jest też chętnie wykorzystywane w zarządzaniu oddziałami ratunkowymi, gdzie krótkie terminy realizacji usług i efektywne wykorzystanie zasobów są kluczowe dla sprawnego działania i ratowania bezpośrednio zagrożonego zdrowia i życia pacjentów. Przegląd literatury zastosowania DES do modelowania przepływu pacjentów na oddziałach ratunkowych wskazuje, że jest ono wykorzystywane przede wszystkim do zrozumienia wąskich gardeł systemu i analizowania ograniczeń planowania zdolności zasobów [10].

Wdrożony w Szpitalu Uniwersyteckim w Uppsali w Szwecji przykład wykorzystania symulacji zdarzeń dyskretnych z użyciem oprogramowania AnyLogic w zarządzaniu oddziałem ratunkowym szpitala ma na celu badanie alternatywnych rozwiązań dotyczących przepływu pacjentów i układu oddziału ratunkowego, aby poprawić logistykę i zmniejszyć czas oczekiwania pacjentów [1]. W artykule przedstawiono model symulacyjny oparty na danych odnoszących się do 2019 roku. Obejmują one 49 938 rekordów zawierających informacje o przyjęciach pacjentów, głównych problemach i diagnozach, zespołach medycznych, powodach wypisu oraz dodatkowych informacjach o pacjentach przyjętych na oddziały lub skierowanych do pomocy ambulatoryjnej. Dzięki modelowi analizowany jest aktualny stan związany z przepływem pacjentów, a następnie rozważane są potencjalne rozwiązania logistyczne mające przynieść usprawnienia, takie jak wprowadzenie nowego oddziału dla pacjentów ze złożonymi diagnozami wymagającymi więcej czasu oraz zwiększenie pojemności oddziału pośredniej opieki ratunkowej.

Innym przykładem jest szczegółowa analiza oddziału ratunkowego poprzez modelowanie i symulację DES z wykorzystaniem oprogramowania Simio, która została przeprowadzona w szpitalu na północy Portugalii [5]. Jej celem było skrócenie czasów oczekiwania pacjentów na dostęp do pomocy oraz zwiększenie wykorzystania zasobów. Przy wykonaniu modelu skupiono się w tym przypadku na dokładnym odwzorowaniu procesów na oddziale ratunkowym za pomocą dopasowania probabilistycznego. Symulacja została wykorzystana do planowania zespołu medycznego, jak i punktów, gdzie dokonywane są poszczególne czynności medyczne. Opisano, jak dostępność zasobów ludzkich i przestrzeni wpływa na wydajność obszarów oddziału ratunkowego.

Ciekawy jest również przykład wykorzystania symulacji zdarzeń dyskretnych do zarządzania oddziałem ratunkowym w przypadku nagłego wzrostu liczby pacjentów, jaki

ma miejsce podczas regionalnych katastrof, takich jak np. trzęsienie ziemi [12]. Celem tych badań było określenie, jak różne wzorce zwiększonego napływu pacjentów wpływają na kluczowe wskaźniki wydajności oddziału. Wykorzystując oprogramowanie Arena, analizowano takie parametry jak czasy oczekiwania pacjentów, całkowite czasy pobytu oraz wykorzystanie zasobów oddziału. Model wykorzystano do opracowania planu awaryjnego na wypadek urzeczywistnienia się klęsk żywiołowych.

Ważnym i kosztownym elementem szpitala są również oddziały intensywnej terapii. Zapotrzebowanie na łóżka na tych oddziałach rośnie z roku na rok, także ze względu na pandemię COVID-19 [14]. Szpitale muszą być w stanie się dostosować, nie tylko zwiększając liczbę łóżek, ale też zarządzając przepływem pacjentów, tak by nie było opóźnień w ich przenoszeniu na inne oddziały. Modelowanie DES może być wykorzystane do określenia optymalnej liczby łóżek na oddziale intensywnej terapii (OIT) oraz symulację scenariuszy „co-jeśli”, aby ocenić wpływ różnych czynników, takich jak zwiększenie liczby łóżek, zwiększenie zapotrzebowania i redukcja opóźnień w przenoszeniu pacjentów poza OIT, na wskaźniki wykorzystania łóżek i czas pełnego obłożenia oddziału [37]. Takie badania zostały wykonane na podstawie danych z bazy WardWatcher (*Critical Care Audit*, Yorkshire, Wielka Brytania), gdzie wykorzystano 1637 rekordów pacjentów obejmujących okres od kwietnia 2017 roku do marca 2018 roku oraz dane z Intensive Care National Audit and Research Centre, dotyczące dwóch istniejących oddziałów intensywnej terapii z okresu od stycznia 2016 roku do grudnia 2017 roku zawierające 2650 rekordów pacjentów. Modelowanie i symulację przeprowadzono z wykorzystaniem oprogramowania Simul8. Autorzy badania w scenariuszach „co by było, gdyby” ustalili, że zwiększenie liczby łóżek z 23 do 28 przy utrzymaniu stałego wskaźnika przyjęć zmniejsza średni wskaźnik obłożenia do 70%, jednak przewidywany 4-procentowy roczny wzrost liczby przyjęć może przeciążyć nawet oddział z 28 łózkami, jeżeli będą powtarzać się przypadki opóźnionego przenoszenia pacjentów na oddziały.

Kolejny przykład wskazuje na efekty wykorzystania symulacji zdarzeń dyskretnych w zarządzaniu siecią oddziałów intensywnej terapii w kontekście planowania zasobów w odpowiedzi na pandemię COVID-19 [29]. Model obejmował przepływ pacjentów wewnątrz oddziałów każdego ze szpitali oraz transfery pacjentów pomiędzy szpitalami w celu zarządzania zdolnością oddziałów intensywnej terapii z uwzględnieniem zasobów takich jak łóżka, respiratory oraz personel medyczny. Do modelowania wykorzystano bazę danych, która zawiera szczegółowe informacje o przyjęciach w większości szpitali w Kolumbii Brytyjskiej w Kanadzie w latach 2010-2020. Autorzy wykorzystali oprogramowanie AnyLogic do implementacji modelu symulacji. Jak zauważyli, symulacja może być wykorzystana do wspierania planowania operacyjnego pod kątem przyszłych wzrostów zapotrzebowania na intensywną terapię, która odgrywa kluczową rolę w zwiększaniu zdolności systemu opieki zdrowotnej, zarówno podczas normalnej pracy, jak i w sytuacjach kryzysowych.

W związku z wyzwaniami opieki zdrowotnej pod wpływem pandemii COVID-19 wykorzystano też modelowanie i

symulację zdarzeń dyskretnych do zarządzania masowymi centrami szczepień, zdolnymi do szybkiego i bezpiecznego obchodzenia się z dużą liczbą pacjentów [30]. Badania te obejmowały opracowanie cyfrowego modelu takiej placówki w Bergamo we Włoszech, przy użyciu oprogramowania FlexSim Healthcare. Można też znaleźć wiele innych artykułów raportujących wykorzystanie DES w tym trudnym dla ochrony zdrowia okresie pandemii [7, 26, 27].

Chociaż DES w sektorze opieki zdrowotnej jest wykorzystywany w większości dla jednostki i koncentruje się na śledzeniu procesów na poziomie operacyjnym, to można znaleźć artykuły pokazujące stosowanie tej metody na bardziej zagregowanym poziomie, zwłaszcza gdy naukowcy zamierzają powiązać globalne trendy (np. demografia) z procesami leczenia, które odnoszą się do małych, wyraźnie wyróżniających się grup pacjentów. Przykładem może być model DES zbudowany w celu prognozowania przyszłego zapotrzebowania na opiekę zdrowotną w oparciu o prognozy populacji dla regionu Dolnego Śląska. Prognozy populacyjne, sformułowane na podstawie eksperymentów symulacyjnych przeprowadzonych w poprzednich badaniach, zostały wprowadzone do modelu DES wraz z danymi pacjentów pobranymi z regionalnego funduszu zdrowia. Symulacja została przeprowadzona do 2030 roku, aby przewidzieć przyszłą liczbę starszych pacjentów w różnych kategoriach diagnostycznych. Wyniki pokazują, że zmiana struktury demograficznej, a w szczególności w starzenie się populacji, doprowadzi do znacznych zmian w zakresie dystrybucji potrzeb zdrowotnych w leczeniu szpitalnym [25]. Do tego typu problemów częściej jednak wykorzystywane są modele dynamiki systemowej SD [3, 32], która jest postrzegana jako bardziej preferowana technika modelowania dla problemów na poziomie strategicznym [9].

Podsumowanie

Przy refundacyjnym sposobie finansowania podmiotów ochrony zdrowia priorytetem dla zarządzających jest maksymalizacja efektywności operacyjnej i redukcja niepotrzebnych kosztów, tj. marnotrawstwa, przy jednoczesnym utrzymaniu lub poprawie jakości świadczonych usług. Dlatego na zarządzających wywierana jest presja, aby podejmowali trudne decyzje operacyjne i budżetowe prowadzące do poprawy skomplikowanych systemów. DES pozwala im testować scenariusze zmian, a tym samym bazować na twardych danych zamiast opierać swoje decyzje na subiektywnych odczuciach. Wykorzystanie DES w zarządzaniu podmiotami opieki zdrowotnej zwykle koncentruje się na: (1) poprawie przepływu pacjentów, (2) zarządzaniu liczbą łóżek, (3) ustalaniu harmonogramu pracy personelu, (4) zarządzaniu procedurami przyjmowania pacjentów i planowania dla nich usług oraz (5) wykorzystaniu zasobów pomocniczych (np. laboratoriów, aptek). Jednak DES jest metodą czasochłonną i kosztochłonną, wymagającą specyficznych kompetencji, np. probabilistycznego rozumowania uwzględniającego niepewności, ryzyka oraz statystykę. Dlatego jest ona efektywna dla najważniejszych problemów szpitala, które w zasadzie nie są możliwe do analizy przy pomocy tradycyjnych metod, jak np. arkusze kalkulacyjne. Przykłady zastosowania DES pokazane w niniejszym artykule dotyczą takich właśnie zastosowań.

Sale operacyjne to najkosztowniejsze w utrzymaniu zasoby szpitala, które skupiają także najcenniejszych pracowników: chirurgów, anestezjologów i instrumentariuszki. Zatem każda nieefektywność wiąże się w tym przypadku z wysokimi kosztami. Oddziały ratunkowe i oddziały intensywnej terapii to obszary, do których dostęp jest często na wagę zdrowia lub nawet życia pacjenta. W tych obszarach, gdzie krytycznym celem jest uzyskanie wysokiego poziomu wydajności, zastosowanie metody DES przyniesie najlepsze efekty, oceniając stosunek korzyści do nakładów. Leży to w interesie zarówno świadczeniodawców usług w ochronie zdrowia, jak i świadczeniobiorców. I warto rozważyć utworzenie zespołu na szczeblu centralnym wspomagającego szpitale i inne jednostki ochrony zdrowia w optymalizacji działalności kluczowych obszarów. Na przykład wykorzystanie metody DES wymaga opracowania ram, być może nawet struktur, które mogłyby być wykorzystane jako podstawa modelowania i badania scenariuszy zmian w ochronie zdrowia. Opracowanie ustandaryzowanego sposobu tworzenia i wykorzystania DES wsparte przykładami krajowymi jego wykorzystania w newralgicznych obszarach dałoby zarządzającym obraz możliwości wykorzystania tej metody w usprawnianiu działalności.

Analizowane przeglądy literatury wskazywały, że wiedza odnośnie wykorzystania DES w ochronie zdrowia jest na poziomie akademickim i w nielicznych przypadkach wdrożeń jest wykorzystywana do wdrażania rzeczywistych zmian. Na obecnym etapie badania zastosowania DES w ochronie zdrowia opracowywane są głównie przez naukowców wytyczne dotyczące tego, jak najlepiej zastosować DES do specyficznych problemów w ochronie zdrowia. Na przykład jak tworzyć hybrydowe modele DES, łącząc je z metodologiami mapowania, udoskonalania, modelami matematycznymi i statystyką. Największy postęp w realizacji tych prac można zauważyć poprzez publikacje autorów ze Stanów Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii i Kanady.

może być wartościowym narzędziem wspomagającym zarządzanie opieką zdrowotną, oferującym liczne korzyści w zakresie poprawy efektywności operacyjnej, planowania i optymalizacji procesów. Wymaga jednak badań, których wynikiem byłyby praktyczne wdrożenia zmian w podmiotach opieki zdrowotnej. Pozwoliłyby one na zwerifikowanie postrzeganej użyteczności DES oraz umożliwiły sformułowanie praktycznych wskazówek zastosowania tej metody w zarządzaniu podmiotami opieki zdrowotnej.

Literatura

- [1] Abourraja, M. N., Marzano, L., Raghothama, J., Asl, A. B., Darwich, A. S., Meijer, S., Lethvall, S., & Falk, N. (2022). A data-driven discrete event simulation model to improve emergency department logistics. 2022 Winter Simulation Conference (WSC), 748-759. DOI: 10.1109/WSC57314.2022.10015465.
- [2] Abubakar, A. M., Adamu, A., Abdulkadir, A., & Abdulkadir, H. S. (2020). Discrete event simulation of clients flow in ante-natal clinic. Asian Journal of Probability and Statistics, 6(2), 63-78. DOI: 10.9734/ajpas/2020/v6i230159.
- [3] Barber, P., & López-Valcárcel, B. G. (2010). Forecasting the need for medical specialists in Spain: Application of a system dynamics model. Human Resources for Health, 8(1), 24 DOI: 10.1186/1478-4491-8-24.
- [4] Brennan, A., Chick, S. E., & Davies, R. (2006). A taxonomy of model structures for economic evaluation of health technologies. Health Economics, 15(12),

- 1295-1310. DOI: 10.1002/heh.1148.
- [5] Castanheira-Pinto, A., Gonçalves, B. S., Lima, R. M., & Dinis-Carvalho, J. (2021). Modeling, assessment and design of an emergency department of a public hospital through discrete-event simulation. *Applied Sciences*, 11(2), 805. DOI: 10.3390/app11020805
 - [6] Celano, G., Costa, A., Fichera, S., & Tringali, G. (2012). Linking Six Sigma to simulation: A new roadmap to improve the quality of patient care. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 25(4), 254-273. DOI: 10.1108/09526861211221473
 - [7] Clarke, R. (2021). A simulation model for COVID-19 public health management: Design and preliminary evaluation. 34th Bled eConference Digital Support from Crisis to Progressive Change: Conference Proceedings, 1-27. DOI: 10.18690/978-961-286-485-9.1
 - [8] Collins, A. J., Sabz Ali Pour, F., & Jordan, C. A. (2023). Past challenges and the future of discrete event simulation. *The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology*, 20(3), 351-369. DOI: 10.1177/15485129211067175
 - [9] Davahli, M. R., Karwowski, W., & Taiar, R. (2020). A system dynamics simulation applied to healthcare: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5741. DOI: 10.3390/ijerph17165741
 - [10] Doudareva, E., & Carter, M. (2022). Discrete event simulation for emergency department modelling: A systematic review of validation methods. *Operations Research for Health Care*, 33, 100340. DOI: 10.1016/j.orhc.2022.100340
 - [11] Enayati, S., Mayorga, M. E., Rajagopalan, H. K., & Saydam, C. (2018). Real-time ambulance redeployment approach to improve service coverage with fair and restricted workload for EMS providers. *Omega*, 79, 67-80. DOI: 10.1016/j.omega.2017.08.001
 - [12] Fava, G., Giovannelli, T., Messedaglia, M., & Roma, M. (2022). Effect of different patient peak arrivals on an emergency department via discrete event simulation: A case study. *SIMULATION*, 98(3), 161-181. DOI: 10.1177/00375497211038756
 - [13] Forbus, J. J., & Berleant, D. (2022). Discrete-event simulation in healthcare settings: A review. *Modelling*, 3(4), 417-433. DOI: 10.3390/modelling3040027
 - [14] Głód, G., & Rogowska, K. (2024). Zarządzanie zmianą jako kluczowy czynnik funkcjonowania szpitala w warunkach pandemii SARS-CoV-2. *Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów*, 194. DOI: 10.33119/SIP.2023.194.10
 - [15] Gunal, M. M. (2012). A guide for building hospital simulation models. *Health Systems*, 1(1), 17-25. DOI: 10.1057/hs.2012.8
 - [16] Hajjarsaraei, H., Shirazi, B., & Rezaeian, J. (2018). Scenario-based analysis of fast track strategy optimization on emergency department using integrated safety simulation. *Safety Science*, 107, 9-21. DOI: 10.1016/j.ssci.2018.03.025
 - [17] Hassanzadeh, H., Boyle, J., Khanna, S., Biki, B., Syed, F., Sweeney, L., & Borkwood, E. (2023). A discrete event simulation for improving operating theatre efficiency. *The International Journal of Health Planning and Management*, 38(2), 360-379. DOI: 10.1002/hpm.3589
 - [18] Hester, P. T., & Adams, K. MacG. (2017). Complex systems modeling. W: P. T. Hester & K. MacG.
 - [19] Adams, *Systemic Decision Making* (T. 33, s. 101-125). Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-54672-8_5
 - [20] Huynh, N., Snyder, R., Vidal, J. M., Sharif, O., Cai, B., Parsons, B., & Bennett, K. (2016). Assessment of the nurse medication administration workflow process. *Journal of Healthcare Engineering*, 2016, 1-14. DOI: 10.1155/2016/6823185
 - [21] Jurczyk-Bunkowska, M. (2023). Wykorzystanie dyskretnej symulacji komputerowej w zarządzaniu systemami wytwórczymi małych i średnich przedsiębiorstw. *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Zarządzanie*, 49(1), 61-74. DOI: 10.17512/znpcz.2023.1.05
 - [22] Karnon, J., Stahl, J., Brennan, A., Caro, J. J., Mar, J., & Möller, J. (2012). Modeling using discrete event simulation: A report of the ISPOR-SMDM Modeling Good Research Practices Task Force—4. *Medical Decision Making*, 32(5), 701-711. DOI: 10.1177/0272989X12455462
 - [23] Kuzdrall, P. J., Kwak, N. K., & Schmitz, H. H. (1981). Simulating space requirements and scheduling policies in a hospital surgical suite. *SIMULATION*, 36(5), 163-171. DOI: 10.1177/003754978103600504
 - [24] Liu, S., Li, Y., Triantis, K. P., Xue, H., & Wang, Y. (2020). The diffusion of discrete event simulation approaches in health care management in the past four decades: A comprehensive review. *MDM Policy & Practice*, 5(1), 238146832091524. DOI: 10.1177/2381468320915242
 - [25] Mielczarek, B. (2021). A simulation approach to evaluate the effect of demographic changes on projected number of patients across disease categories. *Journal of Computational Science*, 53, 101393. DOI: 10.1016/j.jocs.2021.101393
 - [26] Ortiz-Barrios, M., Arias-Fonseca, S., Ishizaka, A., Barbati, M., Avendaño-Collante, B., & Navarro-Jiménez, E. (2023). Artificial intelligence and discrete-event simulation for capacity management of intensive care units during the Covid-19 pandemic: A case study. *Journal of Business Research*, 160, 113806. DOI: 10.1016/j.jbusres.2023.113806
 - [27] Qureshi, S. M., Greig, M. A., Bookey-Bassett, S., Purdy, N., Kelly, H., van-Deursen, A., & Neumann, W. P. (2024). Computer simulation as a macroergonomic approach to assessing nurse workload and biomechanics related to COVID-19 patient care. *Applied Ergonomics*, 114, 104124. DOI: 10.1016/j.apergo.2023.104124
 - [28] Reece, K., Avansino, J., Brumm, M., Martin, L., & Day, T. E. (2021). Determining future capacity for an ambulatory surgical center with discrete event simulation. *International Journal of Healthcare Management*, 14(3), 920-925. DOI: 10.1080/20479700.2020.1720940
 - [29] Rutherford, A. R., Zimmerman, S. L., Moeini, M., Barket, R., Ahkioon, S., & Griesdale, D. E. G. (2022). Simulation model of a multi-hospital critical care network. 2022 Winter Simulation Conference (WSC), 951-960. DOI: 10.1109/WSC57314.2022.10015490
 - [30] Sala, F., D'Urso, G., & Giardini, C. (2023). Discrete-event simulation study of a COVID-19 mass vaccination centre. *International Journal of Medical Informatics*, 170, 104940. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2022.104940
 - [31] Schoenfelder, J., Kohl, S., Glaser, M., McRae, S., Brunner, J. O., & Koperna, T. (2021). Simulationbased evaluation of operating room management policies. *BMC Health Services Research*, 21(1), 271. DOI: 10.1186/s12913-021-06234-5
 - [32] Senese, F., Tubertini, P., Mazzocchetti, A., Lodi, A., Ruozzi, C., & Grilli, R. (2015). Forecasting future needs and optimal allocation of medical residency positions: The Emilia-Romagna Region case study. *Human Resources for Health*, 13(1), 7. DOI: 10.1186/1478-4491-13-7
 - [33] Sowada, C., Sagan, A., Kowalska-Bobko, I., Badora-Musiał, K., Bochenek, T., Domagala, A., Dubas-Jakobczyk, K., Kocot, E., Mrozek-Gasiorowska, M., Sitko, S., Szetela, A. M., Tambor, M., Wieckowska, B., Zabdyr-Jamroz, M., & van Ginneken, E. (2019). Poland: Health system review. *Health Systems in Transition*, 21(1), 1-234.
 - [34] Standfield, L., Comans, T., & Scuffham, P. (2014). Markov modeling and discrete event simulation in health care: A systematic comparison. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 30(2), 165-172. DOI: 10.1017/S0266462314000117
 - [35] Vázquez-Serrano, J. I., Peimbert-García, R. E., & Cárdenas-Barrón, L. E. (2021). Discrete-event simulation modeling in healthcare: A comprehensive review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 12262. DOI: 10.3390/ijerph182212262
 - [36] Wang, L., & Demeulemeester, E. (2023). Simulation optimization in healthcare resource planning: A literature review. *IIE Transactions*, 55(10), 985-1007. DOI: 10.1080/24725854.2022.2147606
 - [37] Williams, E., Szakmany, T., Spernaes, I., Muthuswamy, B., & Holborn, P. (2020). Discrete-event simulation modeling of critical care flow: New hospital, old challenges. *Critical Care Explorations*, 2(9), e0174. DOI: 10.1097/CCE.0000000000000174
 - [38] Yip, K. C. M., Huang, K. W. H., Ho, E. W. Y., Chan, W. K., & Lee, I. L. Y. (2017). Optimized staff allocation for inpatient phlebotomy and electrocardiography services via mathematical modelling in an acute regional and teaching hospital. *Health Systems*, 6(2), 102-111. DOI: 10.1057/s41306-016-0001-8
 - [39] Zhang, X. (2018). Application of discrete event simulation in health care: A systematic review. *BMC Health Services Research*, 18(1), 687. DOI: 10.1186/s12913-018-3456-4
- Jurczyk-Bunkowska, M. (2025). Przegląd wykorzystania dyskretnej symulacji komputerowej w zarządzaniu podmiotami opieki zdrowotnej. *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Zarządzanie*, 57(1), 83-97. <https://doi.org/10.17512/znpcz.2025.1.06>.

Dr inż. Magdalena Jurczyk-Bunkowska
Politechnika Opolska, Wydział Ekonomii i Zarządzania

Zwalczanie bakterii *Legionella* – wybór metody

Bakteria *Legionella* to patogen, który stanowi poważne zagrożenie dla zdrowia publicznego. Jej obecność w instalacjach wodnych może prowadzić do groźnych przypadków zachorowań, szczególnie wśród osób o osłabionym układzie odpornościowym.

Metody zwalczania Legionelli

Bakterie *Legionella* stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia publicznego, zwłaszcza gdy zagnieżdżają się w systemach zaopatrujących w wodę. Właściwa kontrola i zarządzanie może znacząco ograniczyć ryzyko zakażenia ludzi.

- Traktowanie chemiczne: Są to metody polegające na dodawaniu środków dezynfekcyjnych do wody, takich jak chlor czy biocydy.
- Traktowanie termiczne: Ta metoda polega na podgrzewaniu wody do temperatury, przy której bakterie *Legionella* giną. Jest to często stosowane w systemach ciepłej wody, gdzie woda jest regularnie podgrzewana do temperatury powyżej 60°C, aby zabić bakterie.
- Filtracja: Woda może być przepuszczana przez filtry, które fizycznie usuwają bakterie *Legionella* oraz inne drobnoustroje.
- Dezynfekcja przy pomocy jonów srebra i miedzi: Dezynfekcja przy użyciu jonów srebra i miedzi jest metodą, która opiera się na właściwościach biobójczych tych metali.
- Dezynfekcja przy pomocy dwutlenku chloru: Dwutlenek chloru (Cl_2O_2) jest silnym środkiem dezynfekcyjnym i może być używany do zwalczania bakterii *Legionella* w systemach wodnych.

Długoterminowe zwalczanie Legionelli

Zwalczanie bakterii *Legionella* jest nie tylko kwestią pilnych interwencji, ale także wymaga skutecznych rozwiązań długoterminowych. Oprócz krótkoterminowych strategii dezynfekcji, istnieją metody, które mogą utrzymywać bezpieczeństwo wody na dłuższą metę. Długoterminowe metody zwalczania *Legionelli* zapewniają stałą ochronę przed tym groźnym patogenem.

Dezynfekcja wody przy pomocy jonów srebra i miedzi

Dezynfekcja wody przy użyciu jonów srebra i miedzi to innowacyjna metoda, która ma na celu zwalczanie bakterii *Legionella* w sposób ciągły i długoterminowy. Proces ten polega na wprowadzaniu jonizowanych cząsteczek srebra i miedzi do systemu wodnego. Te metale ciężkie wykazują właściwości biobójcze i mogą niszczyć *Legionellę* oraz inne drobnoustroje w wodzie. Metoda ta ma zaletę trwalszego działania w porównaniu z tradycyjnymi środkami dezynfekcyjnymi, co sprawia, że jest szczególnie przydatna w systemach, gdzie istnieje ryzyko nawrotu bakterii *Legionella*.

Dezynfekcja wody przy pomocy dwutlenku chloru

Dwutlenek chloru jest substancją o silnych właściwościach dezynfekcyjnych i może być stosowany jako metoda długoterminowa do zwalczania bakterii *Legionella*. Ten środek dezynfekcyjny jest wprowadzany do systemu wodnego w celu eliminacji patogenów, w tym *Legionelli*. Jedną z zalet tej metody jest jej trwałe działanie, które pomaga w zapobieganiu nawrotom zakażeń. Dezynfekcja przy użyciu dwutlenku chloru jest szczególnie przydatna w dużych instalacjach i systemach wodnych, gdzie utrzymanie czystości wody jest priorytetem. Metoda ta jest obciążona obostrzeniami ze względu na agresywne właściwości wobec instalacji i wymaga stałego nadzoru.

Krótkoterminowe zwalczanie Legionelli

Zwalczanie bakterii *Legionella* w sposób natychmiastowy i krótkoterminowy jest niezwykle istotne, zwłaszcza w przypadku wykrycia obecności tych patogenów w systemach wodnych. Metody krótkoterminowe pozwalają szybko i skutecznie ograniczyć ryzyko rozprzestrzeniania się *Legionelli*.

Źródło: glosseniora.pl

reklama

TechCleans

Rozwiążemy problem z legionellą

Dowiedz się więcej o **Systemie JMS** - dezynfekcji wody jonami miedzi i srebra na www.techcleans.pl

- Skuteczna eliminacja bakterii
- Zgodność z normami
- Sprawdzone rozwiązanie dla hoteli, szpitali i budynków mieszkalnych

PARTNERZY TARGÓW I KONFERENCJI:



OGÓLNOPOLSKIE STOWARZYSZENIE
SZPITALI PRYWATNYCH



STOMOZ
STOWARZYSZENIE MENEDŻERÓW
OPIEKI ZDROWOTNEJ



POLSKIE CENTRUM
BADAŃ I CERTYFIKACJI

MIĘDZYNARODOWE TARGI MEDYCZNE

WARSAW MEDICAL EXPO

4. EDYCJA

1 - 3 WRZEŚNIA 2026

ZAREJESTRUJ SIĘ



PTAK
WARSAW
EXPO


ufi
Member

ODBIERZ DARMOWY BILET

www.warsawmedicalexpocom

Wagi medyczne: Kluczowe narzędzie w diagnozowaniu i monitorowaniu stanu zdrowia pacjentów

Wagi medyczne są niezbędnym narzędziem w codziennej pracy medycznej, umożliwiając precyzyjne monitorowanie masy ciała pacjentów. Ich zastosowanie wykracza poza rutynowe pomiary, mając kluczowe znaczenie w diagnozowaniu, leczeniu i monitorowaniu wielu schorzeń.

Typy wag medycznych

Na rynku dostępne są różne typy wag medycznych, dostosowane do specyficznych potrzeb pacjentów i placówek medycznych. Wagi podłogowe są powszechnie używane w gabinetach lekarskich do rutynowych pomiarów masy ciała. Są łatwe w użyciu i często wyposażone w funkcje dodatkowe, takie jak pomiar BMI.

Wagi krzesłowe i łóżkowe są przeznaczone dla pacjentów o ograniczonej mobilności. Umożliwiają ważenie pacjentów bez konieczności ich przenoszenia, co zwiększa komfort i bezpieczeństwo. Wagi niemowlęce z kolei pozwalają na precyzyjne monitorowanie wzrostu i rozwoju najmłodszych pacjentów.

Wybór odpowiedniej wagi medycznej

Wybierając wagę medyczną, należy zwrócić uwagę na kilka kluczowych aspektów. Po pierwsze, dokładność pomiaru – wagi medyczne powinny zapewniać wysoką precyzję, aby wyniki były wiarygodne. Po drugie, nośność i wytrzymałość urządzenia – waga powinna być dostosowa-

wana do potrzeb pacjentów o różnych masach ciała.

Ważne są również funkcje dodatkowe, takie jak możliwość zapisu wyników, integracja z systemami informatycznymi czy łatwość czyszczenia i konserwacji. Warto także zwrócić uwagę na ergonomię urządzenia, aby zapewnić komfort użytkowania zarówno pacjentom, jak i personelowi medycznemu.

Innowacje w wagach medycznych

Wagi medyczne są stale rozwijane i udoskonalane, aby sprostać rosnącym wymaganiom placówek medycznych. Nowoczesne wagi często wyposażone są w technologie bezprzewodowego przesyłania danych, co umożliwia łatwe integrowanie wyników pomiarów z systemami elektronicznej dokumentacji pacjentów. Takie rozwiązania zwiększają efektywność pracy personelu medycznego i poprawiają jakość opieki nad pacjentami.

Kolejną innowacją są wagi z funkcją analizy składu ciała, które pozwalają na szczegółowe monitorowanie parametrów zdrowotnych, takich jak procentowa zawartość tkanki tłuszczowej, masy mięśniowej czy wody w organizmie. Dzięki temu lekarze mogą lepiej dostosować plany leczenia i monitorować postępy pacjentów.

Wybór odpowiedniej wagi, dostosowanej do specyficznych potrzeb, jest kluczowy dla zapewnienia wysokiej jakości opieki medycznej.

Źródło: dietetyczne-przepisy.pl

reklama

MOBILNE WAŻENIE PACJENTÓW



ergonomiczne
wydajne
niezawodne

Krzesło wagowe KERN MCF

- Mobilność w codziennej pracy klinicznej dzięki czterem skrętnym kółkom
- Stabilny odczyt masy, także u niespokojnych pacjentów
- Ergonomiczne siedzisko z odchylanymi podłokietnikami i podnóżkiem

PROFESSIONAL MEASURING
SINCE 1844

KERN



Odkryj teraz:
kern-sohn.com



Dedykowane rozwiązania i produkty – cz. 2

Damian Piotr Muniak

Obiekty opieki zdrowotnej są szczególną kategorią obiektów budowlanych. Przepisy budowlane i przepisy BHP separują te obiekty w stosunku do innych, podając m.in. oddzielne wymagania sanitarne – bardziej restrykcyjne, co jest naturalne. Dotyczy to nie tylko problemów stricte budowlanych, jak na przykład pomieszczeń, ich przygotowania i wyposażenia z punktu widzenia kwestii użytkowo-bytowych, ale też kwestii instalacyjnych w tym dotyczących armatury sanitarnej. W tym przypadku szczególny nacisk położony jest na jakość wody – ciepłej i zimnej, jaka transportowana i/lub magazynowana jest w instalacji i pobierana z punktów czerpanych. W takich obiektach bowiem ryzyko skażenia biologicznego i fizykochemicznego wody jest większe, niż w innego typu budynkach (wirusy, bakterie, toksyczne związki chemiczne), a ponadto istnieje potencjalnie większe ryzyko ekspozycji na te zagrożenia dużej liczby ludzi, w tym ludzi z osłabioną odpornością, wynikającą z pogorszonego stanu zdrowia i/lub możliwości penetracji zanieczyszczeń do wnętrza organizmu przez rany pooperacyjne. W tym artykule zajmiemy się właśnie aspektem higienicznym związanym z armaturą sanitarną w takich obiektach. W pierwszej jego części omówiłem podstawy naukowe, wymagania prawne i wytyczne branżowe. W niniejszej, drugiej części, omówię dedykowane rozwiązania i produkty.

Armatura sanitarna do obiektów opieki zdrowotnej – dedykowane rozwiązania

Z informacji zamieszczonych w pierwszej części artykułu [3] można wysnuć wniosek, że sama armatura ma niewiele do powiedzenia, jeśli chodzi o wskaźniki jakości wody, zwłaszcza wskaźniki (mikro)biologiczne. I tak i nie – otóż sama armatura może bowiem pogarszać te wskaźniki, więc należy stosować takie produkty, które wpływ ten mają możliwie jak najmniejszy i są dedykowane do stosowania w obiektach o podwyższonych wymaganiach higienicznych. Ponadto dostępne są dodatkowe rozwiązania, które jednak mogą te wskaźniki poprawiać. Czyli jak to? Armatura może np. usuwać mikroorganizmy z wody? Tak, może, ale po kolei. Z sanitarno-higienicznego punktu widzenia armatura do obiektów opieki zdrowotnej powinna charakteryzować się konstrukcją, zastosowanymi materiałami i harmonogram pracy minimalizującym ryzy-

ko rozwoju mikroorganizmów. W przypadku konstrukcji chodzi przede wszystkim o to, aby stosować gładkie powierzchnie, utrudniające tworzenie się i przyleganie do nich biofilmu i o możliwie małej objętości, w którym w stagnacji trwać może woda. W przypadku zastosowanych materiałów chodzi o to, aby do wody nie przedostawały się z nich substancje szkodliwe (patrz np. omówiony wcześniej nikiel i chrom, zwłaszcza 6-wartościowy) i o to, aby materiały te miały jak najmniejszy potencjał biotwórczy, a jeśli to możliwe, to aby miały właściwości biobójcze (patrz np. omówiona wcześniej miedź vs tworzywa sztuczne). W przypadku harmonogramu pracy chodzi o to, żeby – jeśli nie ma możliwości całkowitego wyeliminowania stagnacji wody w danej objętości – była ona wymieniana okresowo, w sposób automatyczny, jeśli nie występuje naturalny pobór związany z użytkowaniem. Przykłady takich rozwiązań, wraz z omówieniem, pokazałem poniżej.

Armatura bezdotykowa

Można wymyślić wiele sposobów i rozwiązań technicznych minimalizujących zagrożenie bakteryjne związane z użytkowaniem armatury sanitarnej, ale pierwszym i najbardziej oczywistym – chociaż wcale nie tak intuicyjnym – jest... niedotykanie jej wcale. Wówczas nie ma konieczności dotykania armatury dłonią, a to właśnie w ten sposób, w dużej mierze, roznoszone są bakterie i inne mikroorganizmy. Tutaj z pomocą przychodzi automatyka i elektronika, tj. rozwiązania bezdotykowe, gdzie stosowane są zawory czasowego wypływu lub elektroniczne czujniki zbliżeniowe sterujące uruchamianiem baterii, albo rozwiązania pozwalające sterować nie ręką, a...tak, na przykład nogą. W przypadku natomiast klasycznych rozwiązań baterii, gdzie automatyka i elektronika nie jest stosowana, a konieczne jest ręczne uruchamianie wypływu, stosowane są specjalne uchwyty, tzw. lekarskie, sterowane nie dłonią, a łokciem.

Baterie bezdotykowe mogą być wykonywane w wersjach nablutowych, podtynkowych i (za)ściennych. Przykłady tych rozwiązań pokazałem niżej. Na rys. 1 pokazałem elektroniczną baterię Delabie Tempomatic MIX 4, która jest baterią stojącą. Bezdotykowe działanie, które zapewnia elektroniczny czujnik zbliżeniowy na podczerwień, uzupełnia elektrozawór antystagnacyjny (o tym szczegółowo piszę dalej) zapewniający antybakteryjne splukiwa-

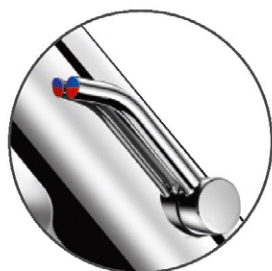
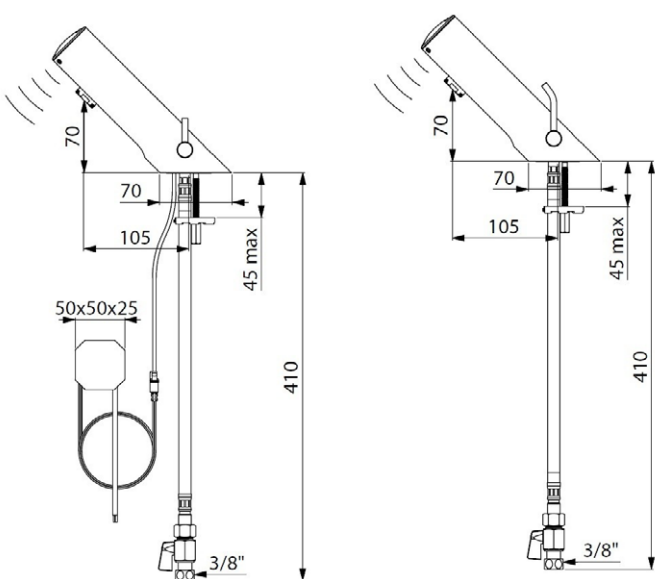
nie okresowe i zapobiegający namnażaniu się bakterii w stojącej wodzie. Automatyczne spłukiwanie uruchamiane jest po 24 godzinach od ostatniego użycia i trwa przez ok. 60 sekund. Fabrycznie wypływ z baterii nastawiony jest na wartość 3 l/min przy ciśnieniu 3 bar, ale możliwa jest jego regulacja w zakresie 1,4 – 6 l/min. Bateria posiada również antyosadowe sitko (napowietrzacz) wypływowe. Sitko takie od zwykłego sitka różni przede wszystkim rodzaj użytego materiału konstrukcyjnego i geometria, o czym

szczegółowo piszę dalej. Bateria wyposażona jest też w autoblokadę wypływu wody, zamykającą jej wypływ automatycznie po zabraniu rąk z pola detekcji czujnika. Zapobiega to ryzyku marnotrawstwa w wyniku niezamknięcia armatury spowodowanego zaniedbaniem. Antyblokada wypływu uruchamia się, aby uniknąć zablokowania otwartego wypływu w armaturze. Bateria może być zasilana z sieci 230V (wbudowana redukcja na 6V), lub z baterii litowej CR123, 6V. Wężyki zasilające posiadają wbudowane filtry i zawory zwrotne. Warianty na wodę ciepłą i zimną wyposażone są w dźwignię regulacji temperatury, z regulowanym ogranicznikiem temperatury maksymalnej oraz mechanizmem ochrony antyoparzeniowej – przy braku dopływu wody zimnej bateria odcina dopływ wody ciepłej. Bateria dostępna jest w dwóch wariantach tej dźwigni – długa i standardowa, jak pokazałem na rys. 2.

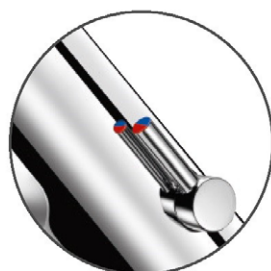
Na rys. 3 pokazałem elektroniczną baterię Delabie Tempomatic MIX 4 (TC), która jest baterią zaścienną. Posiada ona analogiczne funkcjonalności do wcześniej opisanej baterii Tempomatic MIX 4. Dostępne są również jeszcze bardziej zaawansowane baterie elektroniczne, tj. wersje programowalne. Za pomocą smartfona, z użyciem dedy-



Rys. 1. Budowa baterii umywalkowej elektronicznej stojącej nabołowej Delabie Tempomatic MIX 4 wraz ze zdjęciem aranżacyjnym, z dodatkowo zainstalowanym elektronicznym dozownikiem mydła [1]

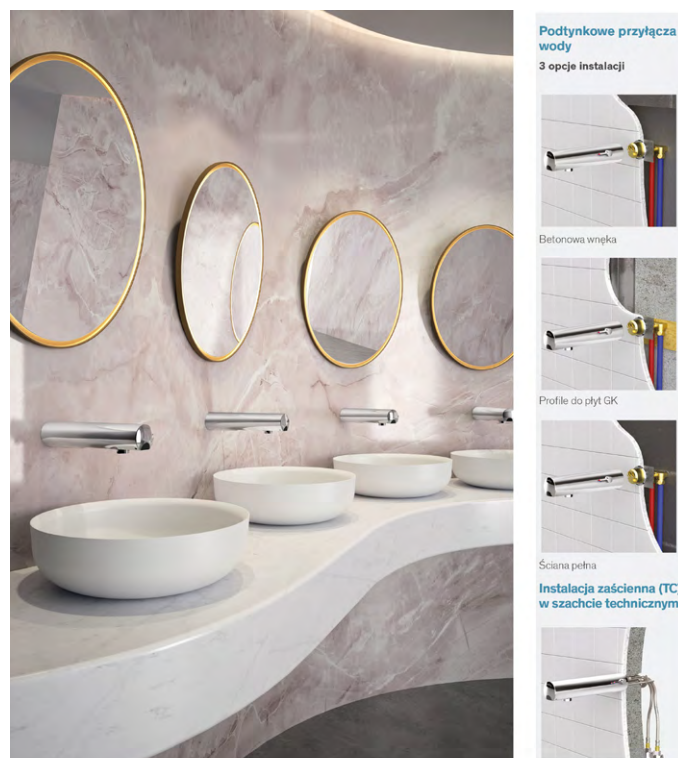


Długa dźwignia



Standardowa dźwignia

Rys. 2. Bateria umywalkowa elektroniczna stojąca nabołowa Delabie MIX 4 – warianty wyboru zasilania; po lewej – zasilanie sieciowe, po prawej – zasilanie bateryjne [1]



Rys. 3. Bateria umywalkowa elektroniczna zaścienna Delabie MIX 4 (TC) [1]

kowanej aplikacji i przy połączeniu Bluetooth, można programować i zmieniać wybrane parametry pracy, jak np. czasookres i czas trwania spłukiwania okresowego, czas zamknięcia wypływu po oddaleniu się od baterii, czas trwania dezynfekcji cieplnej (patrz instalacje cwu cyrkulacyjne [4]), zasięg detekcji czujnika zbliżeniowego. Wybrane z tych ustawień można również skonfigurować ręcznie, bez użycia smartfona. W przypadku takich modeli istnieje również możliwość pobrania, z pamięci urządzenia, statystyk użytkowania, jak np. liczby uruchomień, liczby przeprowadzonych spłukiwań okresowych, a nawet liczby uruchomionych dezynfekcji termicznych. Raport ten może



Rys. 4. Bateria umywalkowa elektroniczna podtynkowa Delabie Binoptic 2, w wersji podtynkowej [1]

zostać wysłany na maila. Przykładem takiego modelu jest Binoptic 2 marki Delabie, pokazana na rys. 4.

W bateriach elektronicznych czujnik zbliżeniowy może być zamontowany w samym korpusie baterii, ale może być to też osobny element, który można zamontować w wybranym przez siebie miejscu w okolicach baterii. Przykładem takiego produktu jest model Tempomatic 5 marki Delabie, pokazany na rys. 5.



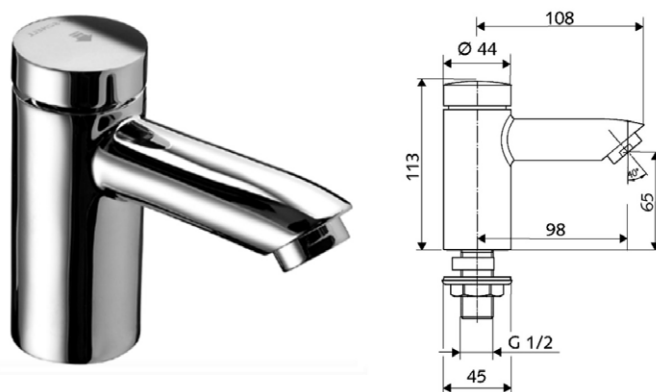
Rys. 5. Bateria umywalkowa zaścienna Tempomatic 5, z wyniesionym elektronicznym czujnikiem zbliżeniowym [2]

W grupie armatury bezdotykowej można znaleźć też baterie czasowe, tj. z wypływem automatycznym, sterowanym zaworem z nastawieniem czasowym. Są to baterie analogicznych typów, jak w grupie baterii elektronicznych, tj. baterie stojące (nablatowe), zaścienna i podtynkowe, dodatkowo z możliwością uruchamiania bez użycia dłoni, a np. udem, bądź stopą. Uruchomienie wypływu następuje po naciśnięciu przycisku automatycznego zaworu czasowego wypływu lub za pomocą połączonej z nim dźwigni/drażka, które to rozwiązanie ułatwia obsługę osobom z ograniczeniami ruchowymi. Czas wypływu może być różny, ale zwykle zawiera się w wartościach od kilku do kilkunastu sekund. Zawór ten może być wbudowany w korpus baterii i wówczas jest on umieszczony zwykle na jego szczycie, ale może być też elementem wyniesionym, analogicznie jak czujnik zbliżeniowy dla baterii elektronicznych. Podobnie jak poprzednio, tak i w tym przypadku dostępne są modele z regulowanym strumieniem wypływu, regulowaną temperaturą wypływu (za pomocą obrotowego przycisku uruchamiania wypływu) i ogranicznikiem jej maksymalnej wartości oraz mechanizmem ochrony anty-

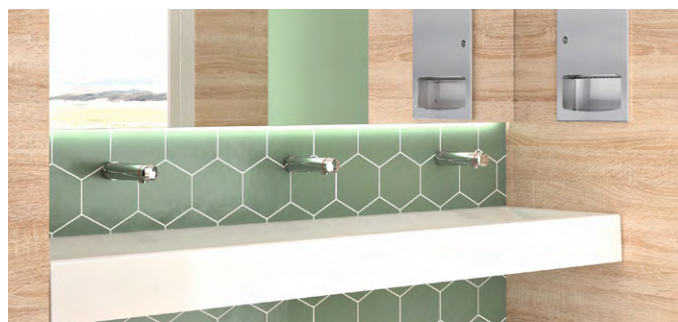
oparzeniowej – przy braku dopływu wody zimnej bateria odcina dopływ wody ciepłej. Na rysunkach 6-10 pokazaliśmy przykłady takich baterii.



Rys. 6. Budowa baterii umywalkowej czasowej stojącej Delabie Tempomix 3 AB wraz ze zdjęciem aranżacyjnym [1]



Rys. 7. Typowa bateria umywalkowa czasowa stojąca ze zintegrowanym zaworem czasowym [2]



Rys. 8. Bateria umywalkowa czasowa zaścienna Delabie Tempomix 3 (TC) [1]



Rys. 9. Bateria umywalkowa czasowa podtynkowa Delabie Tempomix 3, z wyniesionym przyciskiem uruchamiania wypływu [1]

Rys. 10. Bateria umywalkowa czasowa podtynkowa Delabie Tempostop, z dźwignią/drążkiem uruchamiania wypływu [1]



Rys. 11. Bateria umywalkowa czasowa stojąca z zaworem Delabie, z dźwignią/drążkiem uruchamiania wypływu z użyciem uda (model Tempogenou), bądź stopy (model Mixfoot) [1]

W tej grupie dostępne są też baterie z uruchamianiem wypływu za pomocą uda, a na rynku są również oferowane rozwiązania z uruchamianiem wypływu za pomocą stopy. Na rys. 11 pokazałem przykład tego rozwiązania. Na



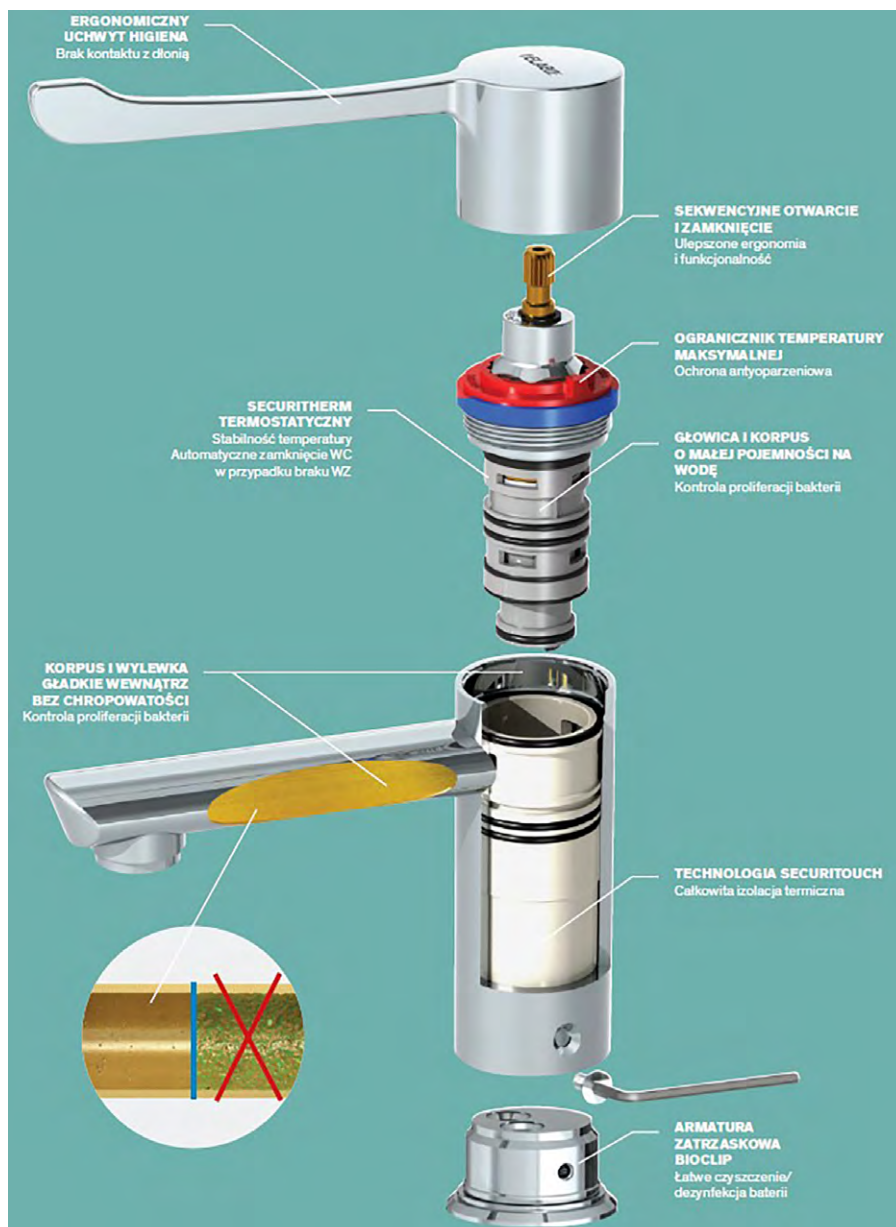
Rys. 12. Bateria umywalkowa lekarska Delabie H.100 [1]

rys. 12 pokazałem wspomnianą wcześniej baterię nazywaną często w praktyce lekarską. Co prawda jest to bateria mechaniczna, nieuruchamiana automatycznie i wymagająca dotknięcia jej, ale – podobnie, jak w przypadku baterii uruchamianych udem bądź stopą, nie ma tu konieczności dotykania uchwytu dłonią – jego długość i kształt pozwalają na sterowanie łokciem bądź nadgarstkiem.

Armatura zatrzaskowa/demontowalna

Z mikroorganizmami w instalacji można sobie poradzić – lepiej lub gorzej – na różne sposoby, opisane wcześniej w artykule. Ale jak sobie poradzić z tym problemem w samej baterii i w jej wylewce? Czy tutaj też można zastosować dezynfekcję chemiczną lub cieplną? No cóż, można, ale wyobraźmy sobie na przykład, że przez kilka, kilkadziesiąt minut z kranu leje się woda o temperaturze ponad 70°C.

W tym przypadku firmy oferują inne rozwiązania, w tym np. armaturę zatrzaskową, z demontowalną wylewką albo całym korpusem. Bateria może być całkowicie odpięta od podstawy i wyczyszczona, a w tym czasie montuje się baterię zastępczą albo np. tylko wylewkę zastępczą, aby możliwy był nieprzerwany pobór wody. Wylewki mogą być jednorazowego użytku (wówczas zwykle są wykonane z tworzywa sztucznego) lub wielokrotnego użytku (wówczas wykonywane są zwykle ze stali nierdzewnej). W przypadku wylewek jednorazowego użytku mogą być one dodatkowo wyposażane w filtry mikroorganizmów, przy czym jednorazowe użycie należy traktować nie jako jednokrotne użycie, ale jako użycie ograniczone do określonego czasu pracy lub objętości przepuszczonej wody. Na rys. 13 pokazałem przykład takiego rozwiązania, a na rys. 14 jednorazową wylewkę zastępczą, zamontowaną na baterii. W konstrukcji baterii zwraca uwagę izolacja cieplna, co nie jest typowym rozwiązaniem. W typowych bateriach ich korpusy są zazwyczaj wykonane z miedzi i pokrywane chromem. Metal jest dobrym przewodnikiem ciepła, więc dobrze przenosi temperaturę z wody, co stwarza ryzyko oparzenia się przez kontakt z powierzchnią baterii. Izolacja cieplna zamontowana na większej części korpusu baterii pozwala zminimalizować to ryzyko. Ponadto w tym samym celu stosowane są rozwiązania baterii, w których woda prowadzona jest w korpusie w oddzielnych rurkach, niemających kontaktu z korpusem. To rozwiązanie pokazałem na rys. 15.



Rys. 13. Sekwencyjna, demontowalna bateria termostaticzna Delabie Bioclip model H9605



Rys. 14. Zatraskowa wylewka zastępcza zamontowana na baterii [1]

Armatura o gładkich ściankach wewnętrznych

Jak wspomniałem wcześniej, gładka powierzchnia utrudnia tworzenie się i przyleganie do niej biofilmu, ale utrudnia też przyleganie zanieczyszczeń innych, niż biologiczne, kamienia itd. Gładkie powierzchnie prowadzące wodę mają też inne zalety z użytkowego punktu widzenia – stawiają mniejsze opory hydrauliczne i generują mniej hałas przy przepływie wody.



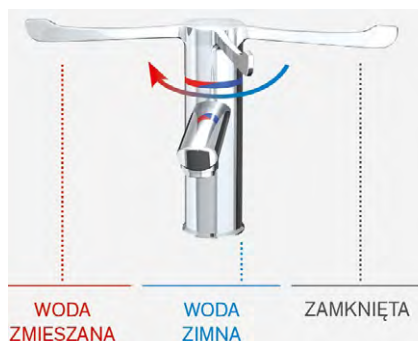
Rys. 15. Bateria o niskim poziomie wody w stanie stagnacji. Widoczna rurka prowadząca wodę do wylewki w korpusie baterii [1]

Armatura o niskim poziomie wody w stanie stagnacji

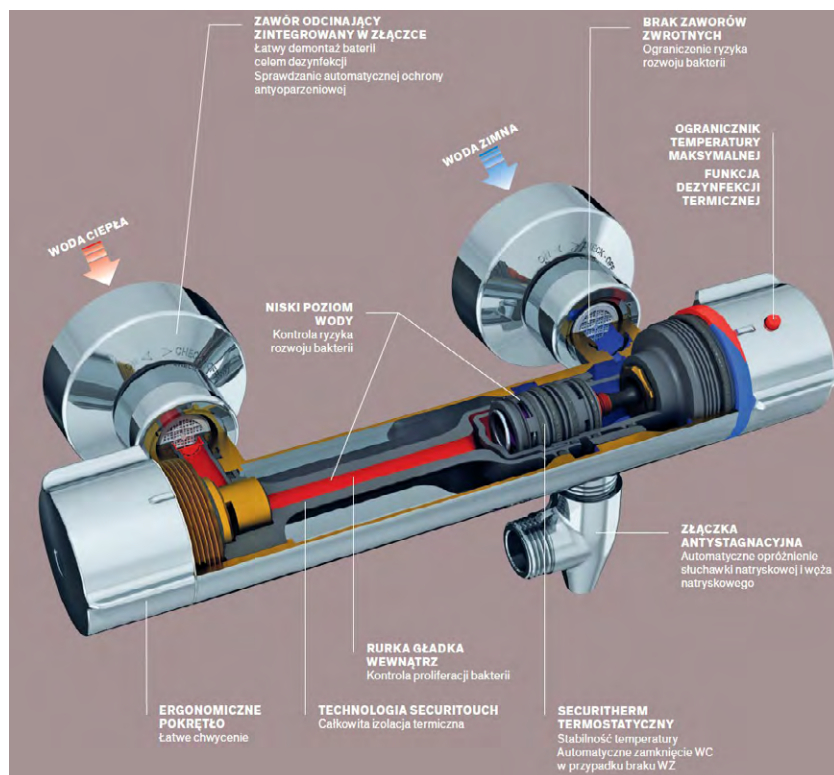
Mała pojemność wodna baterii to potencjalnie mniejsze kolonie bakterii, jakie mogą się w niej rozwinąć. Oprócz odpowiedniej, zwartej konstrukcji korpusu baterii, małą jej objętość można uzyskać w inny sposób, np. przez zastosowanie dodatkowych rurek prowadzących wodę, zamiast kanałów w korpusie. Rurki te są małej średnicy, przez co – oprócz małej objętości wodnej – zapewniają też większą prędkość przepływu wody, co również jest korzystne z higienicznego punktu widzenia, jak opisałem w poprzedniej części artykułu

[3]. Przykład takiego rozwiązania pokazałem na rysunkach 15 i 17.

Oprócz tego rozwiązaniem sprzyjającym niskiej pojemności wodnej jest odpowiednie rozwiązanie części regulacyjnej – regulacji strumienia wypływu i temperatury wody. W bateriach tzw. sekwencyjnych stosuje się jeden mechanizm, zamiast dwóch, występujących w typowych bateriach, dzięki czemu spada pojemność wodna. Regulacja przepływu i temperatury wody odbywa się przez ruch



Rys. 16. Zasada działania baterii sekwencyjnej [1]



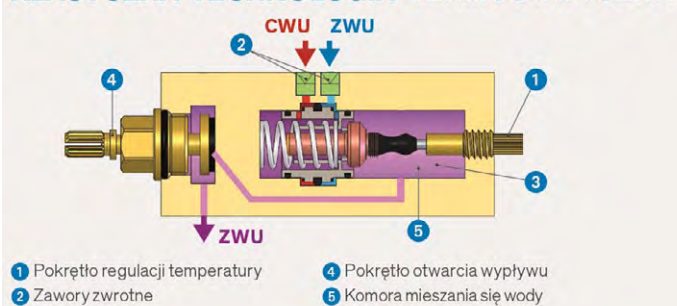
Rys. 17. Bateria termostatyczna bez zaworów zwrotnych Delabie H9769 [1]

nia w wodę. Rozwiązaniem tego problemu są np. baterie, w których zamknięcie wodne występuje bezpośrednio na przyłączach, eliminując potrzebę użycia zaworów zwrotnych. Przykładem takiej baterii jest model H9769 z serii Securitherm firmy Delabie, pokazany na rysunku 17. Na rysunku 18 pokazałem zasadę działania tego rozwiązania, w porównaniu z typowym rozwiązaniem.

Literatura

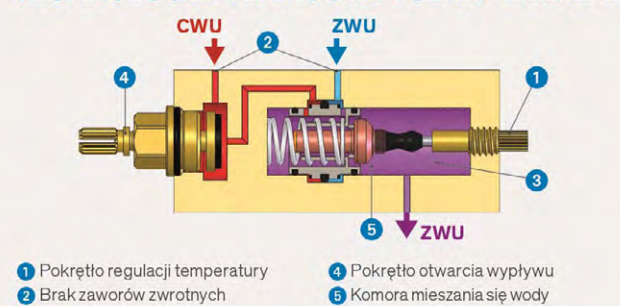
- [1] Materiały katalogowe i prasowe firmy Delabie.
- [2] Muniak D.: Antywandalowe wyposażenie sanitariatów. Polski Instalator, 7-8/2024 (320), str.: 32-40. Wersja on-line: <https://www.polskiinstalator.com.pl/artykuly/instalacje-sanitarne/3358-antywandalowe-wyposaz-C5%B-Cenie-sanitariat%C3%B3w>.
- [3] Muniak D.: Armatura sanitarna do obiektów opieki zdrowotnej – aspekty higieniczne. Część 1 – podstawy naukowe, wymagania prawne i wytyczne branżowe, Polski Instalator, 4-5/2025 (326), str.: 35-40. Wersja on-line: <https://www.polskiinstalator.com.pl/artykuly/instalacje-sanitarne/3429-armatura-sanitarna-do-obiekt%C3%B3w-opieki-zdrowotnej-%E2%80%93-aspekty-higieniczne-cz%C4%99%C5%9B%C4%>

KLASYCZNA TECHNOLOGIA TERMOSTATYCZNA



Wcześniej czy później zawory zwrotne zostaną zablokowane przez zanieczyszczenia, powodując przepływ krzyżowy między CWU a ZWU, odpowiedzialny za proliferację bakterii.

TECHNOLOGIA TERMOSTATYCZNA DELABIE



Zamykając pokrętło 4, zamykamy CWU. Komórka termostatyczna zamyka więc ZWU. Nie ma ryzyka przepływu krzyżowego między CWU a ZWU.

Rys. 18. Zasada działania baterii termostatycznej bez zaworów zwrotnych w porównaniu z typową baterią termostatyczną [1]

uchwyty w jednej płaszczyźnie (rys. 16) – poziomej, a nie w dwóch – pionowej, dla regulacji przepływu i poziomej – dla regulacji temperatury. Taka zasada działania utrudnia ponadto oparzenie się, gdyż aby zamknąć przepływ, trzeba uchwyt przekręcić w stronę wody zimnej, a więc ponowne uruchomienie wypływu następuje też na wodzie zimnej.

Armatura bez zaworów zwrotnych

W typowych bateriach termostatycznych woda o określonej temperaturze uzyskiwana jest po zmieszaniu wody ciepłej z wodą zimną, w komorze mieszania. Przed komorą mieszania znajduje się system zamykania/otwierania uzupełniony o zawory zwrotne, zapobiegające przepływowi zwrotnemu/krzyżowemu między wodą ciepłą i zimną. Zawory takie nie są bezawaryjne, gdyż mogą zostać zablokowane np. przez zanieczyszczenia, a w przypadku ich awarii/zużycia do przepływów krzyżowych dochodzi, co stwarza ryzyko skażenia dodatkowych części instalacji zaopatrze-

87-1-%E2%80%93-podstawy-naukowe,-wymagania-prawne-i-wytyczne-bran%C5%Bcowe.

- [4] Muniak D.: Termostatyczne zawory mieszające w instalacji ciepłej wody użytkowej, Polski Instalator, 4-5/2022 (302), str.: 22-26. Wersja on-line: <https://www.polskiinstalator.com.pl/artykuly/instalacje-grzewcze/3272-termostatyczne-zawory-mieszaj%C4%85ce-w-instalacji-ciep%C5%82ej-wody-u%C5%BCytkowej>.

Trzecia część artykułu zamieszczona zostanie w kolejnym wydaniu czasopisma "Wyroby Medyczne".

Muniak D.: Armatura sanitarna do obiektów opieki zdrowotnej – aspekty higieniczne. Część 2 – dedykowane rozwiązania i produkty. Polski Instalator, 7-8/2025 (326).

Dr hab. inż. Damian Piotr Muniak, prof. PK

Katedra Energetyki, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Zygmunt Grudziński – wybitny radiolog, od którego tak wiele się zaczęło w polskiej radiologii

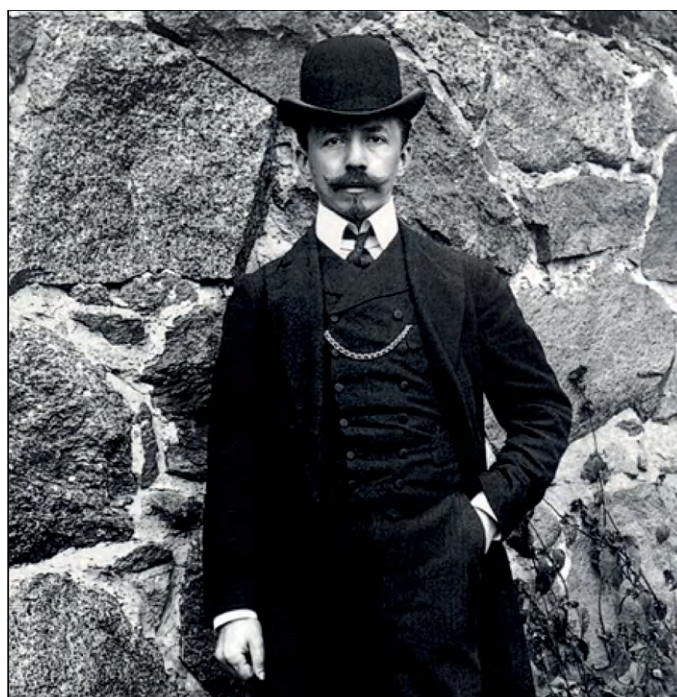
Andrzej Urbanik

Zygmunt Grudziński urodził się 1879 r. w Łęczycy. Wkrótce znalazł się w Warszawie, gdy do tego miasta przeniosła się jego rodzina; ojciec objął tam posadę nauczyciela. Uczęszczał do III Gimnazjum, gdzie zdał maturę w 1890 r. Następnie rozpoczął studia na Wydziale Lekarskim Cesarskiego Uniwersytetu Warszawskiego. W kwietniu 1894 r. wziął udział w manifestacji patriotycznej w 100-lecie wybuchu powstania kościuszkowskiego, za co został aresztowany. Spędził 3 miesiące w więzieniu na Pawiaku, a następnie otrzymał wyrok 2-letniego zesłania do Astrachania, dokąd wkrótce trafił. W końcu 1894 r. został zwolniony – bez prawa powrotu do Warszawy – na mocy amnestii związanej z wstąpieniem na tron cara Mikołaja II. Kontynuował zatem studia na Caesarea Universitas Dorpatensis w Dorpacie (obecnie Tartu w Estonii). Po zamknięciu uniwersytetów w Wilnie i Warszawie uczelnia ta stała się głównym ośrodkiem akademickim dla Polaków z zaboru rosyjskiego. Studia medyczne ukończył w 1896 r. Pomimo wyroku o niemożliwości powrotu na ziemię polskie, Grudziński z dyplomem lekarza pojawił się w Warszawie w lipcu 1897 r., a po krótkim pobycie wyjechał za granicę w celu uzupełnienia wiedzy – wybrał specjalizację z zakresu chorób wewnętrznych. Najpierw w Berlinie studiował u prof. Ernsta Leydena, a potem w Wiedniu u prof. Moritza Benedikta i prof. Wilhelma Winternitza. Następnie przeniósł się do Lwowa, gdzie pracował w Klinice Chorób Wewnętrznych Uniwersytetu Lwowskiego kierowanej przez prof. Antoniego Gluzińskiego. W 1899 r. wrócił do Warszawy, gdzie podjął prywatną praktykę, a jednocześnie pracę w Klinice Diagnostycznej Uniwersytetu Warszawskiego jako ordynator nadetatowy. Wtedy też zrobił pierwszy naukowy krok – w 1900 r. w czasopiśmie „Medycyna” opublikował artykuł „Przypadek tężyczki”. W tym samym czasie opracował również dwa rozdziały o historii medycyny w trzypięciowym dziele „Historia XIX stulecia”. Jednocześnie prowadził działalność popularyzatorską, redagując stałą rubrykę w tygodniku ilustrowanym „Naokoło świata”.

Od 1900 r. Grudziński (rys. 1) zainteresował się wodolecznictwem, co wiązało się z odbytymi w Wiedniu studiami pod kierunkiem prof. Winternitza – „ojca naukowej hydroterapii”. Praktykował najpierw w Nowym Mieście nad Pilicą, a potem w Ciechocinku, gdzie w latach 1901-1911 był kierownikiem oddziału hydropatycznego. Jednocześnie

cały czas pracował w Warszawie. Łączenie pracy w tych miejscach było możliwe dzięki linii kolejowej z Warszawy do Aleksandrowa Kujawskiego i Ciechocinka. Około 1900 r. wraz z braćmi i rodzicami nabył majątek Krzywonosy niedaleko Kłodawy. Przenieśli się tam rodzice Grudzińskiego, a bracia traktowali dworek otoczony parkiem jako miejsce wypoczynku i spotkań rodzinnych.

W tamtym czasie Grudziński zainteresował się fotografią. Zbiegło się to z rozwojem fotografii amatorskiej – w 1900 r. Kodak wprowadził na rynek ręczny aparat Browne. Uproszczono również proces fotochemiczny. Na ziemiach polskich pierwszą wytwórnię papierów fotograficznych założył w 1888 r. Piotr Lebedziński (jeden z pionierów radiologii), a jego firma oferowała własnej konstrukcji aparat fotograficzny Chicago (w formacie 9 × 12 cm z magazynkiem na 12 szklanych klisz). Kiedy w 1901 r. w Warszawie założono Towarzystwo Fotograficzne Warszawskie (od 1907 r. Polskie Towarzystwo Miłośników Fotografii), jednym z pierwszych członków został Grudziński. Fotografowanie stało się jego pasją. Szczególnie upodobał sobie



Rys. 1. Zygmunt Grudziński – czasy młodości. Źródło: Archiwum rodzinne



Rys. 2. Krzywonosy, wylew rzeki Rgilewki. Źródło: Archiwum rodzinne; fot. Zygmunt Grudziński



Rys. 3. Zdjęcie rodzinne. Źródło: Archiwum rodzinne; fot. Zygmunt Grudziński

krajobrazy (zwłaszcza z wodą) (rys. 2) i ludzi (rys. 3). Był także pionierem polskiej fotografii aktu (rys. 4). Grudziński aktywnie działał w Towarzystwie. W 1911 r. współorganizował „Wystawę fotografii” w Ciechocinku. Z kolei w 1912 r. był sekretarzem wystawy „Krajobraz Polski” w warszawskim ratuszu, gdzie wśród 1000 wystawionych prac kilkanaście było jego autorstwa. Swoje prace wystawiał na wielu wystawach, także zagranicznych, a jego fotografie były często publikowane w miesięczniku „Fotograf Warszawski”. Stał



Rys. 4. Dziewczę z Dalekiej Północy. Źródło: Archiwum rodzinne; fot. Zygmunt Grudziński (zdjęcie publikowane w „Miesięczniku Fotograficznym” 1, 1931)

się w ten sposób rozpoznawalnym artystą fotografikiem.

Być może fotograficzna pasja Grudzińskiego skłoniła go do zainteresowania się rozwijającą w tamtym czasie radiologią. Aby zdobyć odpowiednią wiedzę, wyjeżdżał do renomowanych ośrodków radiologicznych w Niemczech i Austrii w zimie, w czasie, kiedy w Ciechocinku zamierało życie zdrojowe. Szkolił się u takich tuzów radiologii, jak: Henrich Albers-Schönberg (Hamburg), Max Levy-Dorn (Berlin), Guido Holzknecht (Wiedeń) czy Martin Haudek (Wiedeń). Po roku 1911 definitywnie porzucił wodolecznictwo i wspólnie z Grzegorzem Drozdowiczem założył w Warszawie, przy ul. Nowogrodzkiej 31, prywatną pracownię rentgenowską. Zaczął również publikować w dziedzinie radiologii. Pierwsza radiologiczna praca naukowa dotycząca złogów i zwapnień ukazała się w czasopiśmie „Medycyna i Kronika Lekarska” w 1913 r. Doceniając wiedzę i kompetencje, w 1914 r. powołano Grudzińskiego na stanowisko kierownika pracowni radiologicznej Szpitala Przemienienia Pańskiego w Warszawie. Z chwilą wybuchu I wojny światowej objął także stanowisko kierownika pracowni radiologicznej w Szpitalu Dzieciątka Jezus w Warszawie (w zastępstwie powołanego do wojska Zygmunta Stankiewicza). Z doświadczeń z okresu wojny pochodzi praca „Uproszczony sposób określania położenia pocisków w ciele przy pomocy radiografii” opublikowana w „Gazecie Lekarskiej” w 1915 r.

Po 1918 r. Grudziński w dalszym ciągu pracował w Szpitalu Przemienienia Pańskiego, w prywatnym gabinecie rtg i wykładał radiologię w szkołach dentystycznych Szymańskiego i Toppa. Wygłaszał również odczyty z zakresu radiologii, które stanowiły przegląd techniki i sposobów badania, a lekarzom praktykom wskazywały perspektywy stosowania metod rodzącej się specjalności. W szpitalu, gdzie pracował, organizował spotkania kliniczne, na których prezentował ciekawe przypadki radiologiczne. Znalazł także czas na działalność naukową. W 1922 r. uzyskał stopień doktora medycyny. Był już wtedy uznanym radiologiem znanym także z działalności na rzecz polskiego środowiska radiologicznego.

Niezwykle ważnym w życiu Grudzińskiego okazał się rok 1925. W dniach 12-16 lipca w Warszawie odbywał się XII Zjazd Lekarzy i Przyrodników Polskich. Do komitetu Zjazdu wszedł wtedy Zygmunt Grudziński i dzięki wielkiej energii oraz osobistemu zaangażowaniu doprowadził do utworzenia sekcji radiologicznej Zjazdu. Wokół niej udało mu się skupić grono lekarzy, którzy w tamtym czasie praktykowali radiologię. W następstwie tego, w czasie Zjazdu, doszło do powstania Polskiego Towarzystwa Radiologicznego (w roku 1927 zmieniono nazwę na Polskie Lekarskie Towarzystwo Radiologiczne). Założycielami byli: Zygmunt Grudziński (odgrywał główną rolę w pracach organizacyjnych i merytorycznych) oraz Adam Elektorowicz i Stanisław Gądek. W czasie Walnego Zebrania wybrano władze Towarzystwa. Prezesem został Karol Mayer, wtedy jedyny profesor radiologii w Polsce, a 1. wiceprezesem – Zygmunt Grudziński. To założycielskie wydarzenie uznano za I Zjazd nowego Towarzystwa, a za prezydenta Zjazdu – Zygmunta Grudzińskiego.

W czasie Walnego Zebrania, na wniosek Grudzińskiego, uznano konieczność wydania „Polskiego Słownika Le-

karskiego, Radjologicznego i Światłoleczniczego” w celu opracowania jednolitego polskiego nazewnictwa, jakie miało być używane przy opisach wyników badań radiologicznych oraz w publikacjach naukowych i dydaktycznych. Nadzór nad tym przedsięwzięciem powierzono wnioskodawcy. Była to ogromna praca (słownik był opracowany w języku polskim, łacińskim, niemieckim, francuskim i angielskim), stąd powołał on w tym celu specjalny zespół. Do 1929 r. zostało zakończone podstawowe przygotowanie haseł. Po utworzeniu PLTR zdecydowano o konieczności wydawania naukowego czasopisma Towarzystwa. Na stanowisko redaktora naczelnego wybrano Grudzińskiego. Zdecydowano, że pismo będzie miało tytuł „Polski Przegląd Radiologiczny” (początkowo miało to być „Polskie Archiwum Radiologiczne”), a zaczęło się ukazywać od 1926 r.

Tak więc po 1925 r. rozpoczął się dla Grudzińskiego niezwykle intensywny okres życia. Pracował w szpitalu, prowadził prywatną praktykę radiologiczną oraz zajęcia dydaktyczne (był pionierem nauczania radiologii studentów na Uniwersytecie Warszawskim). Co więcej, spadła na niego większość obowiązków związana z prowadzeniem Towarzystwa. Mieszkał w Warszawie, stolicy kraju, gdzie załatwiała się wszystkie sprawy. Tymczasem Karol Mayer (prezes) działał w Poznaniu, a Bronisław Sabat (2. wiceprezes) we Lwowie. W tamtym czasie Grudziński sporo podróżował po kraju, ale i za granicą. Brał bowiem udział w wielu kongresach radiologicznych, dzięki czemu nawiązywał ważne kontakty zagraniczne. Po powrocie przygotowywał sprawozdania, ale także prezentował z tych wyjazdów fotografie (rys. 5). Nie porzucił bowiem swej pasji. Fotografował, był członkiem jury wystaw i konkursów, prowadził też wykłady na temat fotografii.

Wśród tych absorbujących zajęć znalazł czas na kontynuowanie pracy naukowej, co zaowocowało uzyskaniem stopnia doktora habilitowanego na Uniwersytecie Warszawskim w 1926 r. W ten sposób został pierwszym docentem radiologii w Warszawie. Po utworzeniu Zakładu Radiologii Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu Warszawskiego w 1926 r. (powstał na bazie Pracowni Rentgenowskiej przy Klinice Chorób Wewnętrznych Szpitala Dzieciątka Jezus; kierownik Adam Elektorowicz) Grudziński prowadził wykłady. Inauguracyjne, w dniu 21 października, było jego wystąpienie „Krótki zarys dziejów radiologii w Polsce i za granicą”, w którym stwierdził, że: „Przed wszystkim powinna być stworzona u nas poważna szkoła radjologii klinicznej, gdzieby z jednej strony mogły wychodzić prace naukowe o większym naukowym znaczeniu, z drugiej strony, gdzieby mogli kształcić się młodzi rentgenolodzy, którzyby po wyjściu stąd mogli obejmować stanowiska kierowników pracowni w kraju. Jak dotąd w Polsce jest na ogół niedostateczna ilość wyszkolonych radiologów-lekarzy, stanowiska nieodpowiedzialne zwłaszcza na prowincji zajmują często ludzie nieprzygotowani do pracy samodzielnej stąd rozwija się dyletantyzm i partactwo, co znowu w wysokim stopniu dyskredytuje naukę. Drugim postulatem jest wprowadzenie nauczania radjologii na uniwersytetach polskich jako oddzielnego obowiązkowego przedmiotu” (pisownia oryginalna).

W ten sposób Grudziński postulował wprowadzenie przedmiotu radiologia do programu studiów lekarskich,



Rys. 5. Rotterdam. Źródło: Archiwum rodzinne; fot. Zygmunt Grudziński

ale także ujęcie w oficjalne ramy specjalizacji z radiologii w Polsce. Apelowal przy tym „o nie wydawaniu przedwczesnych świadectw z odbytej praktyki rentgenologicznej”, co było wykorzystywane jako certyfikat do samodzielnej pracy w charakterze specjalisty radiologa. Między innymi dzięki jego zabiegom, w czasie II Zjazdu Towarzystwa w 1927 r. zaproponowano program specjalizacji i tryb nadawania tytułu rentgenologa; po 3 latach pracy w większym zakładzie rentgenowskim i po zdaniu egzaminu przed komisją. Zostało to później zaakceptowane na szczelnie ministerialnym. Co ciekawe, jakby przewidując przyszłość radiologii, w czasie tego Zjazdu Stanisław Rubinrot proponował, aby używać określenia radiologia zamiast rentgenologia i odpowiednio nazw pochodnych, tzn. radiolog czy też radiologiczny.

Kolejnym problemem, jaki Grudziński zidentyfikował, był brak odpowiedniego zrozumienia roli radiologii i skrzyżowanie z jej dobrodziejstwa przez lekarzy innych specjalności. Pisał o tym w artykule „O warunkach rozwoju radjologii lekarskiej w Polsce i jej nauczaniu” w „Polskim Przeglądzie Radiologii” w roku 1928: „... młodzi lekarze, kończąc studia i wychodząc z uniwersytetów naszych, nie mają o radiologii najmniejszego wyobrażenia (...) wielu jest i takich lekarzy w Polsce, którzy nie znają nawet wskazań do zabiegów rozpoznawczych i leczniczych w dziedzinie radjologii i nie wiedzą, co ona dać im może”. Równie surowa była jego ocena lekarzy zajmujących się diagnostyką radiologiczną: „Znajdują się niewątpliwie w Polsce pojedyncze osobniki o dużej wiedzy fachowej radiologicznej (...) Ci jednak lekarze stanowią wyjątek od reguły”.

Do roku 1929 Grudziński opublikował 38 artykułów oraz 33 streszczenia wygłoszonych prezentacji. Był autorem podręcznika „Rentgenodiagnostyka chorób narządu trawienia” oraz rozdziału „Rentgenodiagnostyka ogólna cierpienie układu oddechowego” w podręczniku „Metody badania narządu oddechowego”. Jego praca z roku 1929 „Nowa uproszczona metoda rentgenograficzna dokładnego umiejscowienia ciał obcych metalicznych w gałce ocznej (metoda nakładania schematów)”, publikowana w prasie polskiej i niemieckiej, wprowadziła autora do annałów radiologii. Co niezwykle, przedstawione zasady są w dalszym ciągu aktualne. Do czasu wprowadzenia tomogra-

fii komputerowej właśnie w ten sposób lokalizowano ciała obce w gałce ocznej.

26 września 1929 r. w czasie II Zjazdu PLTR w Wilnie Zygmunt Grudziński wybrano prezesem PLTR (rys. 6). Było to ukoronowanie jego działalności dla polskiego środowiska radiologicznego, a jednocześnie docenieniem jego wiedzy. Niestety, tak znakomicie rozpoczęta kariera została nagle przerwana – Grudziński zmarł 24 października 1929 r. z powodu powikłań po błażej infekcji grypowej. W opinii znakomitego radiologa Witolda Zawadowskiego „pryczyną powikłań była najprawdopodobniej zmniejszona ogólna odporność organizmu wywołana długoletnią intensywną pracą w zasięgu promieniowań w warunkach niekorzystnej ochrony radiologicznej”.

Grudziński nie doczekał otwarcia 1 listopada indywidualnej wystawy fotograficznej, na której eksponowano 50 fotogramów będących przeglądem jego twórczości. Nie doczekał także wydania „Polskiego Słownika Lekarskiego, Radiologicznego i Światłoleczniczego”. Pozycja ukazała się na rynku wydawniczym w roku 1933, a do jej wydania doprowadził Zygmunt Stankiewicz.

W dniu 9 listopada 1929 r. na posiedzeniu zarządu głównego PLTR wybrano Adama Elektorowicza jako nowego prezesa PLTR. Jednocześnie zdecydowano, aby celem uczczenia pamięci Grudzińskiego wprowadzić zapis w stopce redakcyjnej „Polskiego Przeglądu Radiologicznego”: „Polski Przegląd Radiologiczny założony przez doc. Dra Zygmunta Grudzińskiego”. Został także utworzony fundusz im. dr. Zygmunta Grudzińskiego pozostający do dyspozycji PLTR – pierwsze wpłaty wpłynęły od żony (Grudziński był żonaty z Heleną Wandą z domu Kraft, małżeństwo było bezdzietne), matki, rodzeństwa i licznych przyjaciół.

Wspomnienie pośmiertne autorstwa Zygmunta Stankiewicza ukazało się w nr 3-4 „Polskiego Przeglądu Radiologii” z roku 1929 – był to zapis wystąpienia Zygmunta Stankiewicza na posiedzeniu Warszawskiego Koła PLTR

15 listopada 1929 r. W 100-lecie urodzin Grudzińskiego Witold Zawadowski wygłosił na zebraniu Oddziału Warszawskiego Polskiego Towarzystwa Historii Medycyny referat: „Zygmunt Grudziński, zasłużony radiolog polski i założyciel Polskiego Przeglądu Radiologii”. Przypomniał, że: „Zakład Radiologii Akademii Medycznej w Warszawie uczcił pamięć zasłużonego pioniera nowej gałęzi medycyny nazwaniem jednej z sal diagnostycznych salą Zygmunta Grudzińskiego pierwszego docenta radiologii lekarskiej w Warszawie, o czym głosi wmurowana nad drzwiami tej Sali marmurowa tablica”.

Podziękowania

Autor serdecznie dziękuje Panu Profesorowi Piotrowi Wilandowi za udostępnienie fotografii z archiwum rodzinnego.

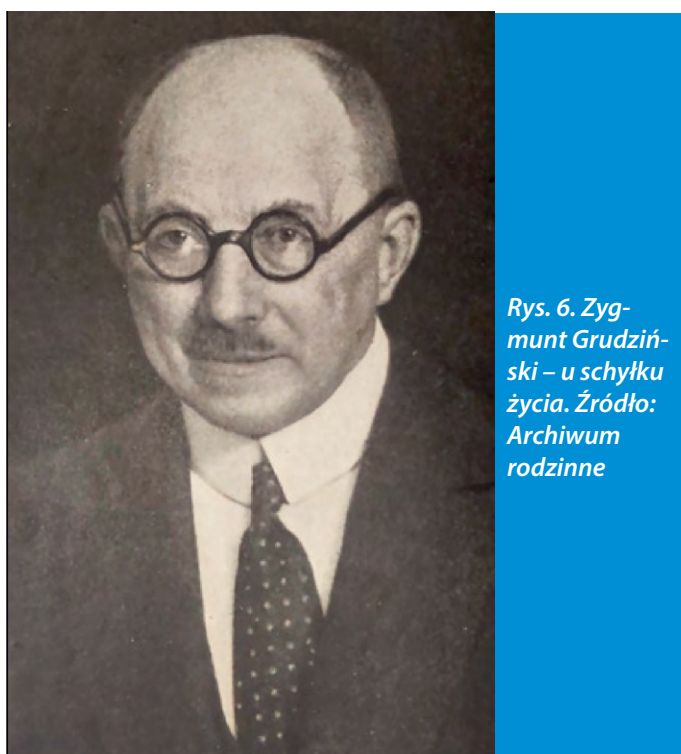
Literatura

1. Z. Grudziński: Przypadek tężyczki, *Gazeta Lekarska* 1900, 1035-1038.
2. Z. Grudziński: Medycyna, w: *Historia XIX stulecia* pod red. Aleksandra Czechowskiego, 2, 572-284, Nakładem Gazety Polskiej, Warszawa 1902.
3. Z. Grudziński: Zwapnienia i złogi ze stanowiska rentgenologii współczesnej, *Medycyna i Kronika Lekarska*, 1913, 21: 398-403, 22: 420-424, 23: 440-444.
4. Z. Grudziński: Uproszczony sposób określania położenia pocisków w ciele przy pomocy radiografii, *Gazeta Lekarska*, 20, 1915, 27.
5. *Księga Pamiątkowa XII Zjazdu Lekarzy i Przyrodników Polskich w roku 1925*, Warszawa 1925.
6. Z. Grudziński: Stosunek rentgenologa do klinicysty, *Polski Przegląd Radiologiczny*, 1(1-2), 1926, 8-19.
7. Z. Grudziński: O warunkach rozwoju radiologii lekarskiej w Polsce i jej nauczaniu na wydziałach lekarskich, *Polski Przegląd Radiologiczny*, 3(1-2), 1928, 39-49.
8. Z. Grudziński: Krótki zarys dziejów radiologii w Polsce i zagranicą, *Polski Przegląd Radiologiczny*, 3(1), 1928, 47-66.
9. Z. Grudziński: Nowa, uproszczona metoda rentgenograficzna dokładnego umiejscowienia ciał obcych metalicznych w gałce ocznej (metoda nakładania schematów), *Polski Przegląd Radiologiczny*, 4(1), 1929, 45-79.
10. Z. Stankiewicz: Doniosłe uproszczenie metody Grudzińskiego umiejscowienia ciał obcych metalicznych w gałce ocznej, *Polski Przegląd Radiologiczny*, 4(3-4), 1929, 287-289.
11. Z. Grudziński: Neue vereinfachte graphische Method zur genauen Roentgenlokalisation metallischer Fremdkörper im Auge (Schema- Auflage-Methode), *Fortsch auf d. Geb der Roentgenstr*, Bd 40(3), 1929.
12. Z. Stankiewicz: Wspomnienie pośmiertne o doc. Dr. Z. Grudzińskim, *Polski Przegląd Radiologiczny*, 4(3-4), 1929, 247-254.
13. W. Zawadowski: Zygmunt Grudziński, zasłużony radiolog polski i założyciel Polskiego Przeglądu Radiologicznego (w setną rocznicę jego urodzin), *Archiwum Historii Medycyny*, 32(2), 1950, 209-213.
14. P. Wiland, R. Jałoszyński: *Biografie niezwykle* – Bronisław Wiland, Zygmunt Grudziński, Konin 2021.

Artykuł został po raz pierwszy zamieszczony w czasopiśmie "Inżynier i Fizyk Medyczny" nr 1/2025, vol. 14, s. 29-33.

Prof. dr hab. Andrzej Urbanik

Katedra Radiologii Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego



Rys. 6. Zygmunt Grudziński – u schyłku życia. Źródło: Archiwum rodzinne



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

Ponad 25 lat doświadczenia w diagnostyce obrazowej

4 RAD to firma z ponad 25-letnim doświadczeniem w dostarczaniu nowoczesnych rozwiązań dla diagnostyki obrazowej w Polsce. Od 1995 roku wspieramy placówki medyczne, oferując sprawdzone technologie oraz profesjonalne doradztwo na każdym etapie inwestycji.

Specjalizujemy się w kompleksowym wyposażeniu pracowni radiologicznych, od systemów RTG, przez mamografię, aż po tomografię komputerową i rezonans magnetyczny. Współpracujemy z renomowanymi producentami, takimi jak GMM, Planmed, Osteosys, DRTECH oraz Planmeca, dostarczając rozwiązania dopasowane do realnych potrzeb rynku.

Naszą siłą jest doświadczenie zespołu oraz partnerskie podejście do klienta. Wspieramy zarówno w wyborze odpowiedniego sprzętu, jak i w procesie finansowania, projektowania pracowni, instalacji oraz odbiorów technicznych. Dzięki temu nasi klienci otrzymują nie tylko urządzenia, ale kompletne i gotowe do pracy rozwiązania.

Zapewniamy również pełne wsparcie posprzedażowe,



szkolenia produktowe i diagnostyczne, serwis gwarancyjny i pogwarancyjny, przeglądy techniczne oraz aktualizacje oprogramowania. Dbamy o to, aby sprzęt był wykorzystywany w pełni efektywnie i służył zarówno lekarzom, jak i pacjentom.

Stawiamy na innowacje i rozwój, ponieważ wierzymy, że nowoczesna diagnostyka to klucz do skutecznego leczenia. Tworzymy długofalowe relacje oparte na zaufaniu, wspierając rozwój polskiej medycyny każdego dnia. Zachęcamy do kontaktu i poznania możliwości współpracy z 4RAD.

reklama



Kompleksowe rozwiązania w diagnostyce obrazowej.

Zarezerwuj darmową konsultację i poznaj rozwiązania dla Ciebie.

(+48) 504 113 552

info@4rad.pl



Wpływ narzędzi sztucznej inteligencji na pracę elektroradiologa

Kornelia Koszczyk, Bartłomiej Nowak

Sztuczna inteligencja (ang. *artificial intelligence*) (AI) stanowi obecnie jedno z najdynamiczniej rozwijających się narzędzi we współczesnej medycynie. Szczególne znaczenie zyskuje w obszarze diagnostyki obrazowej, gdzie nowoczesne technologie wspomagają pracę specjalistów, przyczyniając się do poprawy jakości świadczeń [1]. Systemy inteligentne oferują obiecujące rozwiązania w zakresie automatyzacji analizy obrazów, wykrywania patologii czy wspomagania procesu diagnostycznego. Chociaż to lekarze radiolodzy odpowiadają za ostateczną diagnozę, AI może wspomagać elektroradiologów, oferując im narzędzia do szybszego i dokładniejszego wykonania badań oraz umożliwiając lepsze przygotowanie obrazów do analizy [2, 3].

Nie można jednak zapominać o ograniczeniach i wyzwaniach związanych z wdrażaniem AI. Mimo wielu korzyści, nie jest ona wolna od błędów - algorytmy mogą dawać potencjalnie fałszywe wyniki [4, 5].

Dynamiczny rozwój technologii obrazowania medycznego sprawia, że rola elektroradiologa w systemie ochrony zdrowia zyskuje na znaczeniu, a kompetencje tej grupy zawodowej są nieodzowne w nowoczesnej diagnostyce i leczeniu [6, 7]. Liczba badań naukowych nad rolą AI w pracy radiologów stale rośnie, jednak niewiele z nich koncentruje się na wpływie tej technologii na elektroradiologów i zastosowanie rozwiązań AI w ich codziennej praktyce. Coraz częściej pojawiają się pytania o wpływ sztucznej inteligencji na rozwój kompetencji zawodowych elektroradiologów, ich samodzielność oraz zakres podejmowanych decyzji.

Celem pracy było dokonanie przeglądu aktualnego stanu wiedzy na temat zastosowań narzędzi AI w pracy elektroradiologa i ocena jej wpływu na organizację pracy.

METODY PRZEGLĄDU

Przegląd literatury został przeprowadzony w okresie od czerwca do listopada 2025 roku i obejmował analizę publikacji naukowych dotyczących zastosowania narzędzi AI w diagnostyce obrazowej, ze szczególnym uwzględnieniem roli i środowiska pracy elektroradiologów. Wyszukiwanie literatury przeprowadzono w międzynarodowych bazach:

Pubmed, Scopus, ScienecDirect. Do wyszukiwania wykorzystano następujące słowa kluczowe oraz ich kombinacje logiczne (w języku polskim i angielskim): „artificial intelligence”, „radiology”, „diagnostic imaging”, „machine learning”, „deep learning”, „AI tools in radiology”, „radiographers”. Analizę rozszerzono o regulacje prawne oraz charakterystyki produktowe urządzeń diagnostycznych dotyczące rozwiązań AI.

Z analiz wyłączono:

- niezweryfikowane raporty branżowe;
- streszczenia komercyjne.

OPIS STANU WIEDZY

Zarys historyczny

Ojcem pierwszych hipotez na temat myślenia samodzielnego komputerów był Alan Turing – matematyk i pionier informatyki, który zaproponował tzw. test Turinga, czyli eksperyment mający ocenić, czy komputer jest w stanie prowadzić rozmowę w taki sposób, by człowiek nie potrafił rozpoznać, że ma do czynienia z maszyną. Pomysł Turinga stał się fundamentem dla całej dziedziny AI i inspiracją dla późniejszych badaczy [8].

W latach 60. stworzono pierwszy program komputerowy – ELIZA - który symulował rozmowę z człowiekiem, udając psychoterapeutę i odpowiadając na podstawowe reguły językowe. Pomimo rozwoju takich prostych programów lata 70. przyniosły ograniczenia finansowe badań nad doskonaleniem tych metod. Związane to było z niespełnianiem oczekiwanych założeń narzędzi.

Zainteresowanie potencjałem sztucznej inteligencji w medycynie pojawiło się już we wczesnych etapach rozwoju AI, mimo wystąpienia pierwszego kryzysu, rozwój sztucznej inteligencji nie ustał. Wielu badaczy skupiło się na rozwijaniu systemów eksperckich, działających na zasadzie formuł „jeśli... to...”. Były to systemy zaprojektowane do gromadzenia obszernej wiedzy z określonej, ściśle zdefiniowanej dziedziny i wykorzystywania jej do formułowania logicznych wniosków [9, 10].

Już w 1973 roku opracowano system MYCIN - zaawansowane narzędzie wspierające diagnozowanie chorób, które

potrafiło wskazać najbardziej odpowiednie leczenie zakażeń bakteryjnych krwi [10]. Innymi programami medycznymi wykorzystującymi AI był CASNet, zaprojektowany z myślą o diagnozowaniu i leczeniu jaskry i INTERNIST diagnozujący choroby wewnętrzne na podstawie objawów i wyników badań pacjenta. Pomimo wysokiej trafności diagnostycznej programy te pozostały jedynie projektami badawczymi, a ich rozwój nie przełożył się na realne zmiany w codziennej pracy lekarzy. Główne przeszkody stanowiły ograniczenia technologiczne oraz brak integracji z istniejącym środowiskiem medycznym [11].

Szybki rozwój AI w kolejnych latach był możliwy dzięki osiągnięciom w zakresie uczenia maszynowego, dostępowi do olbrzymich ilości danych (tzw. big data), rosnącym możliwościom obliczeniowym komputerów oraz zastosowaniu metod opartych na sieciach neuronowych [9].

W pierwszych próbach wykorzystania sztucznych sieci neuronowych w medycynie powstały programy do analizy mammografii w celu wykrywania mikrozwapnień i wczesnych oznak raka piersi, a także programy do interpretacji zapisów EKG, co pozwalało na identyfikację arytmii oraz groźnych stanów, takich jak migotanie przedsionków, mogących prowadzić do incydentów sercowo-naczyniowych [10].

Kolejny przełom nastąpił wraz z rozwojem głębokiego uczenia i sukcesami sieci konwolucyjnych (CNN) w analizie obrazów medycznych. Jednym z pierwszych przykładów skutecznego zastosowania CNN była diagnostyka zmian skórnych, w tym czerniaka, na podstawie zdjęć skóry. Sieć przeszkolona na ponad 127 tys. zdjęć, osiągnęła wyniki porównywalne z 21 dermatologami, co potwierdziło potencjał AI jako narzędzia wspierającego lekarzy. Podobny sukces odnotowano w okulistyce, gdzie AI pomagała ocenić ryzyko utraty wzroku na podstawie obrazów OCT. Równocześnie rozwój publicznych baz danych, takich jak MIMIC-III (*Medical Information Mart for Intensive Care*), umożliwił trenowanie modeli rozpoznających m.in. zapalenie płuc czy kardiomiopatię [10].

W 2017 r. FDA (*Food and Drug Administration*) zatwierdziła pierwsze narzędzie AI do użytku klinicznego. W tym samym roku ogłoszono, że robot XiaoYi jako pierwszy na świecie pomyślnie przeszedł egzamin lekarski, opierając swoją naukę na tych samych materiałach, z których korzystają studenci kierunku lekarskiego [11].

Podczas pandemii COVID-19 spodziewano się, że AI odegra dużą rolę w diagnostyce chorób, jednak ukazały się ograniczenia tych technologii: problemy z dostępnością, standaryzacją i brakiem odpowiednich, dobrze opisanych danych [12]. Postępy w obszarze sieci neuronowych i uczenia maszynowego zwiastują kolejne innowacje, które mogą gruntownie przeobrazić nasze życie i sposób pracy [3].

ROLA SZTUCZNEJ INTELIGENCJI W PRACY ELEKTORADIOLOGA

Elektrodiagnostyk jest zawodem regulowanym oraz specjalistą odpowiedzialnym za wykonywanie zaawansowanych procedur diagnostycznych i terapeutycznych z wykorzystaniem nowoczesnej aparatury obrazującej i elektromedycznej. Współpracuje ściśle z lekarzami, pielęgniarkami i zespołami interdyscyplinarnymi, aktywnie wspierając proces diagnostyczno-terapeutyczny i pełniąc

niezastąpioną funkcję w zespole medycznym. Zawód ten łączy wiedzę z zakresu medycyny, nauk o zdrowiu i fizyki z umiejętnościami obsługi zaawansowanego sprzętu diagnostyczno-terapeutycznego. Wymaga wysokiej precyzji, odpowiedzialności i systematycznego doskonalenia kompetencji, co jest niezbędne w obliczu dynamicznego postępu technologicznego [6, 7, 12]. W zakresie radiologii odpowiada za obsługę zaawansowanego sprzętu medycznego wykorzystywanego w diagnostyce, tj.: aparaty rentgenowskie, tomografy komputerowe, rezonanse magnetyczne, aparaty do mammografii, angiografii, fluoroskopii, ultrasonografii czy densytometrii. Uczestniczy także w realizacji procedur z zakresu radioterapii oraz obrazowania hybrydowego, łączącego różne techniki obrazowania w celu uzyskania bardziej precyzyjnej diagnostyki. Dynamiczny rozwój technologii obrazowania medycznego sprawia, że rola elektrodziagnostyka w systemie ochrony zdrowia zyskuje na znaczeniu, a kompetencje tej grupy zawodowej są nieodzowne w nowoczesnej diagnostyce i leczeniu [6, 7]. W kontekście stosowania urządzeń oraz rozwoju AI należy zdefiniować 3 elementarne zagadnienia, które zostały zaimplementowane w diagnostyce obrazowej: uczenie maszynowe (ang. *machine learning* - ML), głębokie uczenie (ang. *deep learning* - DL), sztuczne sieci neuronowe (ANN). **ML** - dziedzina sztucznej inteligencji, w której komputery tworzą modele zdolne do samodzielnego rozpoznawania wzorców i podejmowania decyzji na podstawie danych. Algorytmy ML uczą się z dostępnych informacji i dostosowują swoje działanie do nowych danych [9, 10].

DL – poddziedzina uczenia maszynowego wykorzystująca wielowarstwowe sztuczne sieci neuronowe do automatycznego rozpoznawania wzorców w danych (np. obrazach, dźwiękach, tekstach). W odróżnieniu od ML, DL samodzielnie wyodrębnia istotne cechy z danych bez potrzeby ręcznego ich projektowania [2, 9, 13].

ANN – to systemy inspirowane budową ludzkiego mózgu, złożone z połączonych warstw neuronów przetwarzających dane. Każdy neuron dokonuje obliczeń z uwzględnieniem wag i funkcji aktywacji, a dzięki propagacji wstecznej sieć uczy się na podstawie przykładów, rozpoznając wzorce i podejmując decyzje [14].

Coraz częściej pojawiają się pytania o wpływ sztucznej inteligencji na rozwój kompetencji zawodowych elektrodziagnostyków, ich samodzielność oraz zakres podejmowanych decyzji. Dotychczasowe badania wykazują, że AI wywiera coraz większy wpływ na zawód elektrodziagnostyka, modyfikując zarówno codzienną praktykę kliniczną, jak i oczekiwania wobec kompetencji zawodowych [15, 16]. Aktualnie większość rozwiązań opartych na AI w radiologii tworzona jest z myślą o wsparciu lekarzy radiologów w analizie obrazów, jednak coraz więcej narzędzi znajduje praktyczne zastosowanie również w pracy elektrodziagnostyków. Rozwiązania AI są coraz częściej integrowane ze sprzętem diagnostycznym (np. aparaty RTG, tomografy komputerowe, rezonanse magnetyczne). Systemy te potrafią same dobierać parametry ekspozycji do cech pacjenta, lokalizować odpowiedni obszar anatomiczny, ustawiać pacjenta, a nawet wykrywać i redukować artefakty. Dzięki temu część zadań, które wymagały ręcznej obsługi przebiega szybciej [17, 18]. W praktyce elektrodziagnostyk coraz rzadziej pełni wyłącznie

funkcję operatora urządzenia diagnostycznego, a częściej staje się osobą nadzorującą jakość i poprawność badania, także w kontekście działania systemów AI.

Z jednej strony zastosowanie AI w pracy elektroradiologów może znacząco wpłynąć na poprawę efektywności, precyzji oraz jakości wykonywanych badań. Ponadto, z perspektywy zawodu elektroradiologa, wprowadzenie narzędzi opartych na AI może zwiększyć komfort pracy, zredukować błędy ludzkie oraz usprawnić procesy diagnostyczne [19, 20].

Z drugiej strony pojawiają się istotne obawy o utratę samodzielności i ograniczenie roli zawodowej, a nawet o dehumanizację zawodu. Badanie przeprowadzone w Szwajcarii [21] wykazało, że mimo tego, że AI automatyzuje wiele powtarzalnych i rutynowych zadań, co teoretycznie mogłoby odciążyć techników radiologii, część z nich obawia się wzrostu obciążenia pracą, stresu oraz ryzyka wypalenia zawodowego. W badaniach przeprowadzonych w Irlandii [22] technicy radiologii wyrazili również obawę o utratę niektórych umiejętności technicznych w wyniku nadmiernej automatyzacji. Pojawiają się także obawy związane z potencjalną redukcją liczby miejsc pracy oraz obniżeniem wymagań kwalifikacyjnych, co mogłoby wpłynąć na prestiż zawodu [20, 22, 23].

Istotne więc staje się pytanie nie „czy”, bo wprowadzenie AI jest nieuniknione, a „jak” sztuczna inteligencja zostanie wprowadzona. Jeśli zawody medyczne będą miały realny wpływ na rozwój i regulacje narzędzi AI, a edukacja będzie wystarczająco przygotowywać do nowych wyzwań, AI może stać się sojusznikiem elektroradiologa. W przeciwnym razie ryzyko marginalizacji roli człowieka w procesie diagnostyczno-terapeutycznym może wzrosnąć.

PRZEGLĄD NARZĘDZI AI WYKORZYSTYWANYCH PRZEZ ELEKTORADIOLOGÓW

Najpowszechniejszym obszarem zastosowania AI w diagnostyce obrazowej jest wspomaganie analizy obrazów takich jak RTG, tomografia komputerowa (TK), rezonans magnetyczny (MR) czy pozytonowa tomografia emisyjna (PET). Algorytmy DL są trenowane na zbiorach danych, aby rozpoznawać wzorce patologiczne, takie jak guzy, złamania, zmiany zapalne, czy ogniska niedokrwienne. Jednak AI może wpływać także na elementy pracy elektroradiologów, wykraczające poza samą analizę danych obrazowych [24]. Poniżej przedstawiono wybrane przykłady zastosowań tej technologii w praktyce klinicznej elektroradiologa.

Automatyczne pozycjonowanie lampy rentgenowskiej, detektora w RTG

Zintegrowane systemy wspomagane AI działające na podstawie zaawansowanych algorytmów przetwarzają

nia danych i analizy obrazu umożliwiając automatyczne ustawienie lampy rentgenowskiej i detektora względem pacjenta, dopasowując się do rodzaju badania i anatomii pacjenta. Elektroradiolog wprowadza jedynie rodzaj lub zakres badania (np.: RTG klatki piersiowej) oraz dane anatomiczne pacjenta (jeśli nie były wcześniej dodawane do dokumentacji pacjenta), a system samodzielnie ustawia geometrię, tj. pozycję lampy, obszar pola świetlnego, detektora i ewentualnie stołu diagnostycznego. Operator może dokonać korekty ustawienia, jeśli to konieczne. Takie rozwiązania są wykorzystywane np. w nowoczesnych systemach RTG i fluoroskopii. Na podstawie wprowadzonych danych morfologicznych, tj. waga, wzrost, obszar badania aparat dobiera parametry obrazowania. Jednocześnie systemy cyfrowe ograniczają dawkę promieniowania przez zwiększenie czułości detektorów, a jakość obrazu poprawiana jest poprzez narzędzia DL [25].

Automatyczna kolimacja wiązki

System AI automatycznie rozpoznaje granice ciała pacjenta i precyzyjnie dostosowuje kolimację wiązki promieniowania do wybranego obszaru anatomicznego. Dzięki temu znacznie skraca się czas przygotowania do ekspozycji, a jednocześnie ogranicza się narażenie pacjenta na promieniowanie poza obszarem diagnostycznym. Dodatkowo, możliwość zdalnej korekty ustawień kolimacji bezpośrednio z poziomu konsoli operatora eliminuje konieczność fizycznego podchodzenia do pacjenta, co przekłada się na większą efektywność pracy i wyższy komfort personelu medycznego [25].

System wspomaganie pozycjonowania i rejestracji pacjenta

Dzięki zastosowaniu kamer zainstalowanych w suficie nad stołem diagnostycznym TK/MR oraz algorytmów AI, system jest w stanie automatycznie rozpoznać pozycję ciała pacjenta i według znalezionych 13 punktów referencyjnych (rys. 1) elektroradiolog wskazuje jedynie badany obszar anatomiczny na intuicyjnym interfejsie dotykowym, a system samodzielnie dokonuje odpowiedniego ułożenia pacjenta. Taka automatyzacja skraca czas pozycjonowania, zostaje poprawiona spójność pozycjonowania pomiędzy różnymi operatorami oraz ogranicza liczbę powtórnych skanów, co przekłada się na większą efektywność i komfort pacjenta. Dodatkowo moduły mogą monitorować tor oddechowy pacjenta – znalazło to zastosowanie m.in. w aparatach MR [17, 25-27].

Dodatkowo, system automatycznie ocenia wzrost i masę ciała pacjenta, a następnie integruje te dane z elektroniczną dokumentacją medyczną. Umożliwia to nie tylko przyspieszenie procesu rejestracji, ale także wspiera dalszą personalizację parametrów badania, takich jak dobór daw-



Rys. 1. Ilustracja pokazująca rozmieszczenie 13 punktów referencyjnych, które wykorzystywane są automatycznego pozycjonowania pacjenta. Źródło [27]

ki promieniowania w tomografii komputerowej (TK) czy ustawień aparatu RTG [25, 27].

Dobór protokołów i parametrów obrazowania

Algorytmy AI na podstawie informacji wprowadzonych wcześniej do systemu (takich jak wzrost, masa ciała, wiek, płeć, typ badania, wskazania kliniczne) mogą automatycznie dobierać odpowiedni protokół badania i personalizować go pod kątem pacjenta. W przypadku MRI system indywidualnie dopasowuje czasy repetycji i echa, grubości warstwy, pole widzenia (FOV), czy parametry tłumienia ruchów skanów (np. *respiratory gating*, *motion correction*). AI w tomografii komputerowej umożliwia inteligentne zarządzanie dawką promieniowania. Dzięki temu można osiągnąć pełną diagnostyczną wartość przy minimalnym ryzyku dla zdrowia pacjenta. Algorytmy potrafią ocenić, jaka minimalna dawka promieniowania jest potrzebna dla konkretnego badania i pacjenta, umożliwiając uzyskanie diagnostycznej jakości obrazu przy możliwie najniższej dawce. W trakcie badania algorytmy monitorują jakość sygnału obrazowego (stosunek sygnału do szumu, czy obecność artefaktów). Na tej podstawie dostosowują parametry aparatu (np. napięcie, natężenie prądu, czas ekspozycji), aby minimalizować dawkę, nie tracąc przy tym na jakości diagnostycznej [25-27]. Narzędzia AI analizują także dane obrazowe, a następnie dostosowują kontrast, ostrość konturów struktur anatomicznych, jasność oraz inne parametry techniczne obrazu. Wykorzystując wzorce z obszernych baz danych, algorytmy AI potrafią samodzielnie poprawić jakość obrazu bez konieczności ręcznej ingerencji elektrodziagnosty. Takie działania pozwalają na uzyskanie obrazów o wyższej jakości diagnostycznej, bez konieczności zwiększania dawki promieniowania i wydłużania badania poprzez powtarzanie ekspozycji.

Autoplanowanie zakresu badania

Algorytmy rozpoznawania anatomicznego wspierane AI pozwalają na automatyczne wyznaczanie odpowiedniego zakresu skanowania na podstawie wcześniejszych obrazów, AI umożliwia szybkie i precyzyjne ustawienie płaszczyzn skanowania zgodnie z zaleceniami klinicznymi, może też zaproponować optymalny zakres akwizycji (np. segmenty kręgosłupa, odcinki naczyń). Algorytm przeprowadza analizę wstępnych obrazów lokalizacyjnych (tzw. lokalizerów) i na ich podstawie automatycznie:

- rozpoznaje strukturę anatomiczną (np. mózg, kręgosłup, serce),
- identyfikuje odpowiednie punkty orientacyjne (landmarki),
- planuje płaszczyzny obrazowania (osiowe, strzałkowe, czołowe) zgodnie z wybranym protokołem diagnostycznym.

Elektrodziagnosta otrzymuje kontekstowe podpowiedzi oraz automatyczne rekomendacje dotyczące np. ustawień ekspozycji, pozycji pacjenta czy rodzaju projekcji. System może również dynamicznie dopasowywać te ustawienia w czasie rzeczywistym w oparciu o rzeczywiste warunki badania [25,27].

Skracanie czasu akwizycji w MRI

AI umożliwia zastosowanie technik tzw. undersamplingu, czyli świadomym pomijaniu części danych w przestrzeni podczas skanowania, a więc pozyskiwania mniejszej

ilości danych przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej jakości obrazu. Brakujące dane są uzupełniane za pomocą algorytmów rekonstrukcji opartych na DL, które uczą się struktur obrazu na podstawie dużych zbiorów danych treningowych. Dzięki temu możliwe jest dokładne odtworzenie pełnego obrazu pomimo ograniczonej liczby próbek, co pozwala na znaczące skrócenie czasu skanowania przy zachowaniu wysokiej rozdzielczości i jakości diagnostycznej. Jest to szczególnie istotne w przypadku badań MRI wymagających wielominutowej akwizycji sygnału, co może być problematyczne, zwłaszcza dla pacjentów niespokojnych, pediatrycznych czy w stanach nagłych. Zastosowanie AI w automatyzacji skanowania, optymalizacji protokołów oraz szybkiej rekonstrukcji danych także przyczynia się do znacznego skrócenia czasu trwania badań [28].

Auto-SmartPrep

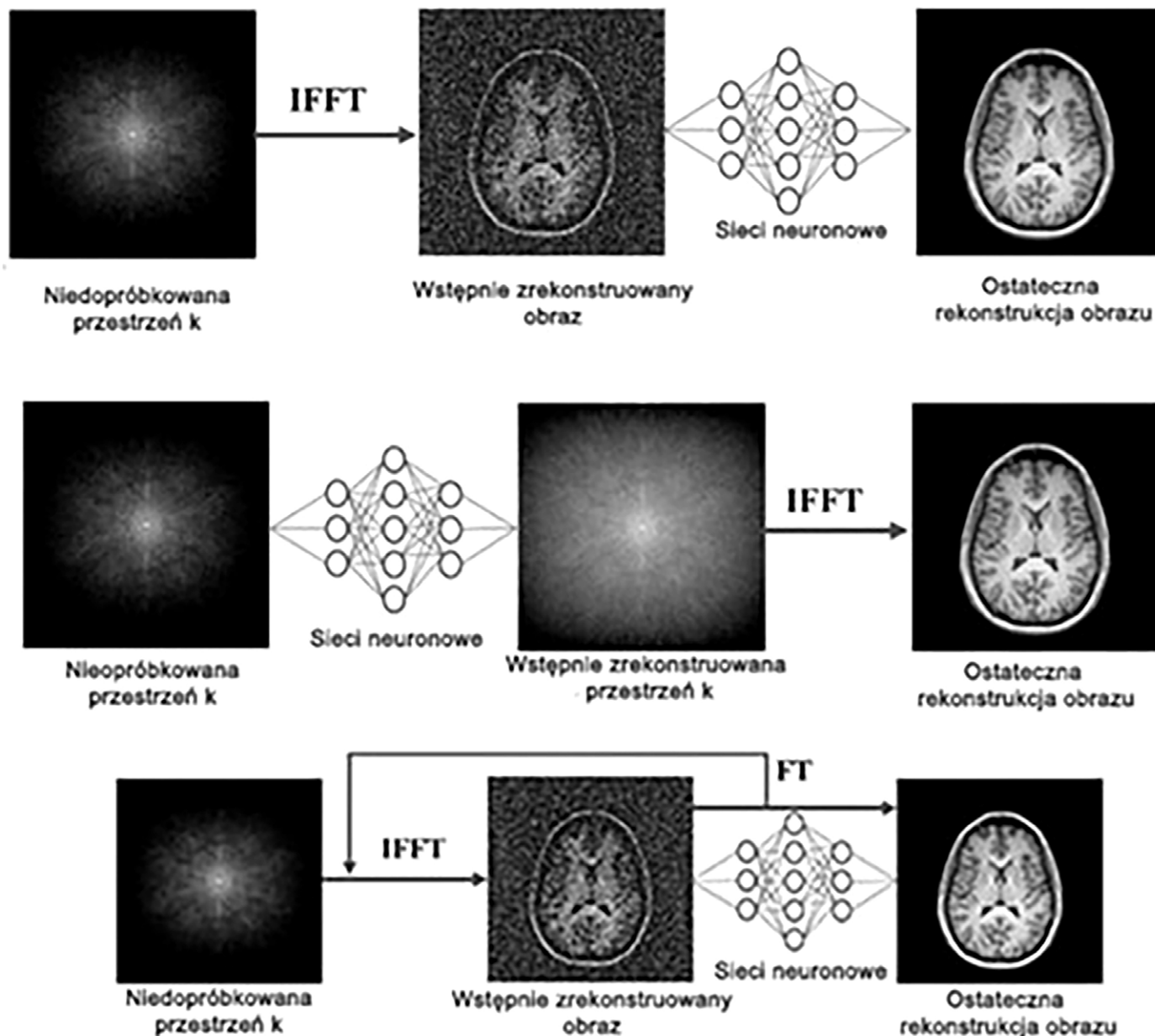
Funkcja Auto-SmartPrep wykorzystywana jest głównie w TK i MR z podaniem środka kontrastowego. Umożliwia automatyczne i precyzyjne monitorowanie napływu kontrastu do wybranego obszaru anatomicznego, tzw. ROI (*Region of Interest*) i automatyczne rozpoczęcie skanowania w optymalnym momencie. Algorytmy AI monitorują poziom kontrastu za pomocą niskodawkowych skanów, dopóki wybrany obszar nie uzyska odpowiedniej wartości jednostek Hounsfielda (w TK), a następnie inicjuje akwizycję obrazów w czasie rzeczywistym [30].

Rekonstrukcja obrazów

AI odgrywa istotną rolę w poprawie jakości obrazów medycznych poprzez wspomaganie rekonstrukcji danych oraz redukcję artefaktów - niepożądanych zakłóceń, które mogą występować na obrazach. Artefakty powstają najczęściej na skutek ruchów pacjenta, obecności materiałów metalicznych, zakłóceń technicznych lub ograniczeń sprzętowych. Obniżają one jakość obrazowania, utrudniając interpretację i mogą prowadzić do błędów diagnostycznych [31].

Tradycyjne metody rekonstrukcji obrazów w MR często wymagają kompromisów między jakością obrazu, czasem akwizycji a stosunkiem sygnału do szumu (SNR). Wykorzystanie sztucznej inteligencji pozwala na przezwyciężenie tych ograniczeń, umożliwiając jednoczesne skrócenie czasu badania, poprawę rozdzielczości przestrzennej oraz zwiększenie SNR. Nowoczesne algorytmy AI stosowane w rekonstrukcji obrazów wykorzystują techniki takie jak indywidualna analiza map szumu, która pozwala na skuteczne redukcję zakłóceń bez konieczności wydłużania czasu skanowania. Dodatkowo, ANN potrafią „odtworzyć” brakujące szczegóły w danych, poprawiając ostrość i rozdzielczość obrazu skuteczniej niż tradycyjne metody interpolacyjne. Modele trenowane są na dużych zestawach obrazów z i bez artefaktów, co pozwala poprawiać jakość nowych skanów poprzez tłumienie szumów i korekcję zniekształceń. Takie rozwiązania działają automatycznie w tle, poprawiając obrazy bez konieczności ingerencji operatora, co skraca czas badania i zwiększa dokładność diagnozy [32, 33].

Wykorzystanie surowych danych na każdym etapie rekonstrukcji zapewnia spójność i wysoką wiarygodność diagnostyczną obrazów, co jest bardzo ważne w praktyce klinicznej.



Rys. 2. Przykładowe schematy wykorzystania DL i ANN w algorytmach rekonstrukcji MRI. Skróty: IFFT - Odwrotna szybka transformacja Fouriera; FT – Szybka transformacja Fouriera. Opracowanie własne na podstawie źródła [29]

OGRANICZENIA SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Mimo dużego potencjału związanego z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w radiologii i diagnostyce obrazowej, jej wdrożenie w praktyce klinicznej wciąż napotyka liczne trudności.

Jednym z najistotniejszych problemów we wdrażaniu sztucznej inteligencji w medycynie są kwestie prawne. Na poziomie Unii Europejskiej regulacje w tym obszarze określa Rozporządzenie UE 2024/1689 (AI Act), które weszło w życie 1 sierpnia 2024 r. Wprowadza ono system klasyfikacji rozwiązań AI według poziomu ryzyka – od minimalnego po zakazane. Systemy stosowane w ochronie zdrowia, w tym w diagnostyce obrazowej, uznawane są za wysokiego ryzyka (*high-risk*) i muszą spełniać rygorystyczne wymagania dotyczące bezpieczeństwa, skuteczności i zgodności z prawem [34].

W Polsce trwają prace nad ustawą wdrażającą AI Act. Od 2 lutego 2025 r. obowiązują już przepisy zakazujące stoso-

wania tzw. zakazanych systemów AI oraz wprowadzające obowiązek zapewnienia kompetencji w zakresie AI (*AI Literacy*) osobom mającym kontakt z tymi technologiami. Pełna implementacja przepisów dotyczących systemów wysokiego ryzyka planowana jest na lata 2026–2027. Do tego czasu placówki medyczne i użytkownicy AI funkcjonują w stanie regulacyjnej niepewności, co utrudnia praktyczne wdrażanie tych rozwiązań [34, 35].

W przypadku źle wykonanej procedury medycznej trudno jednoznacznie określić, czy odpowiedzialność spoczywa na producencie oprogramowania, placówce medycznej, czy na użytkowniku systemu. Kluczowym zagadnieniem jest ustalenie, kto ponosi odpowiedzialność w przypadku, gdy system sztucznej inteligencji popełni błąd, np. obniży wartość diagnostyczną badania, dobierając nieodpowiednie parametry, uznając zmianę patologiczną za artefakt lub niewłaściwie rozpozna obszar anatomiczny. Obecnie za prawidłowe wykonanie badania odpowiada elektroradiolog. W polskim systemie prawnym aktualnie

nie ma szczegółowych przepisów określających, jakie kompetencje prawne i odpowiedzialność ma elektroradiolog pracujący z wykorzystaniem narzędzi AI. Rozporządzenie AI Act nie nadaje systemom sztucznej inteligencji statusu podmiotu prawnego i opiera się na założeniu, że odpowiedzialność za ich działanie ponoszą ludzie. Regulacja ta jednak nie odnosi się do kwestii odpowiedzialności karnej, skupiając się zamiast tego na zgodności z przepisami, bezpieczeństwie oraz odpowiedzialności administracyjnej lub cywilnej. Taka niepewność jest źródłem braku zaufania do technologii i ostrożności w jej wdrażaniu [34, 35].

Kolejnym istotnym problemem w zastosowaniu algorytmów AI w medycynie jest jakość i kompletność danych treningowych. Skuteczność modeli zależy od tego, czy dane są różnorodne, dokładnie opisane i zweryfikowane przez ekspertów. Niedostateczna liczba przypadków lub brak ich zróżnicowania może prowadzić do spadku skuteczności algorytmów oraz błędnych interpretacji i diagnoz [36].

Utrudnieniem do tworzenia baz danych jest ochrona danych osobowych. RODO (Rozporządzenie o Ochronie Danych Osobowych) to prawo obowiązujące w Polsce i całej Unii Europejskiej, które ma na celu ochronę danych osobowych i prywatności każdej osoby. Wraz ze wzrostem zapotrzebowania na dane medyczne do trenowania modeli AI, rośnie ryzyko naruszenia prywatności pacjentów. Dane medyczne są szczególnie wrażliwe, zatem konieczne staje się zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa i prywatności informacji pacjentów wg zasad RODO [37].

Istotnym wyzwaniem są również kwestie ekonomiczne. Wysokie koszty zakupu, wdrożenia i utrzymania systemów opartych na sztucznej inteligencji często przekraczają możliwości finansowe wielu placówek medycznych, zwłaszcza mniejszych. Dodatkowo rozwiązania te wymagają specjalistycznej infrastruktury, takiej jak nowoczesne serwery czy systemy do przechowywania danych. Szkolenia personelu, w tym elektroradiologów, radiologów i pielęgniarek stanowią kolejny koszt. Ponadto stała opieka techniczna, regularne aktualizacje oprogramowania i rozbudowa baz danych generują dodatkowe koszty. Oznacza to znaczne wyzwanie inwestycyjne dla mniejszych placówek, często przekraczające możliwości finansowe, co prowadzi do nierówności w dostępie do nowoczesnych technologii diagnostycznych. Takie zróżnicowanie pogłębia różnice w jakości opieki medycznej dostępnej dla pacjentów w różnych regionach czy typach placówek [38].

Przeprowadzone dotychczas badania wykazują, że brak dedykowanych szkoleń i wsparcia edukacyjnego stanowi istotną barierę we wdrażaniu rozwiązań opartych na AI. Elektroradiolodzy nie mają dostępu do odpowiednich źródeł wiedzy na temat narzędzi AI [15]. Edukacja w zakresie systemów inteligentnych nie jest uwzględniona w programie nauczania tego zawodu, a dostępne szkolenia dotyczące zastosowania narzędzi sztucznej inteligencji w diagnostyce obrazowej są kierowane głównie do lekarzy z pominięciem potrzeb i perspektyw elektroradiologów. Powoduje to niedopasowanie kwalifikacji do realiów nowoczesnej diagnostyki obrazowej, co utrudnia efektywne i świadome korzystanie z zaawansowanych narzędzi w codziennej praktyce. Brak odpowiedniego przygotowania i dostępu do wiedzy sprawia, że elektroradiolodzy

mają ograniczone możliwości aktywnego uczestnictwa w procesie cyfryzacji systemu ochrony zdrowia, co prowadzi do niewykorzystania pełnego potencjału systemów AI [39]. Zgodnie z najnowszymi wytycznymi opracowanymi wspólnie przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Techników Elektroradiologii (ISRRT) oraz Europejską Federację Stowarzyszeń Techników Radiologii (EFRS) kształcenie elektroradiologów powinno być systematycznie aktualizowane, aby uwzględniać rozwój sztucznej inteligencji. Zaleca się włączenie treści związanych z AI do programów nauczania na poziomie licencjackim i magisterskim, a także zapewnienie szkoleń ustawicznych dla obecnego personelu. Edukacja powinna obejmować zarówno podstawy technologiczne i kliniczne zastosowania AI, jak i zagadnienia etyczne oraz krytyczną ocenę działania algorytmów [41].

Mimo tych przeszkód, AI w radiologii postrzegana jest jako jeden z najbardziej obiecujących kierunków rozwoju współczesnej medycyny. Aby jednak w pełni wykorzystać jej potencjał, konieczne jest nie tylko dalsze doskonalenie algorytmów, ale także opracowanie spójnych standardów i praktyk, które pozwolą ograniczyć istniejące ograniczenia. W perspektywie długoterminowej AI może znacząco usprawnić procesy diagnostyczne i terapeutyczne, pod warunkiem, że uda się stopniowo pokonać bariery techniczne, organizacyjne i społeczne.

PODSUMOWANIE

Biorąc pod uwagę rosnącą liczbę badań obrazowych, potrzebę szybkiego i dokładnego diagnozowania oraz ograniczone zasoby ludzkie w obszarze ochrony zdrowia, AI stanowi obiecującą technologię, która może pomóc w rozwiązaniu tych problemów. Jeśli zawody medyczne będą miały realny wpływ na rozwój i regulacje narzędzi AI, a edukacja będzie wystarczająco przygotowywać do nowych wyzwań, AI może stać się sojusznikiem elektroradiologa. W przeciwnym razie ryzyko marginalizacji roli człowieka w procesie diagnostyczno-terapeutycznym może wzrosnąć.

Podsumowując, wpływ AI na pracę elektroradiologa jest wielowymiarowy i stanowi zarówno szansę na rozwój i usprawnienie procesów diagnostycznych, jak i wyzwanie związane z adaptacją do nowych technologii, edukacją oraz kwestiami stabilności zatrudnienia.

LITERATURA

- [1] Kelly BS, Judge C, Bollard SM, et al. Radiology artificial intelligence: a systematic review and evaluation of methods (RAISE). *Eur Radiol.* 2022;32(11):7998-8007. <https://doi.org/10.1007/s00330-022-08784-6>.
- [2] Chen X, Wang X, Zhang K, et al. Recent advances and clinical applications of deep learning in medical image analysis. *Med Image Anal.* 2022;79:102444. <https://doi.org/10.1016/j.media.2022.102444>.
- [3] Barragán-Montero A, Javadi U, Valdés G, et al. Artificial intelligence and machine learning for medical imaging: A technology review. *Phys Med.* 2021;83:242-256. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2021.04.016>.
- [4] Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, et al. Artificial intelligence in radiology. *Nat Rev Cancer.* 2018;18(8):500-510. <https://doi.org/10.1038/s41568-018-0016-5>.
- [5] Denisiewicz N, Bielówka M, Mitrega A i wsp. Najlepsze zastosowania sztucznej inteligencji w radiologii. In: Kueel J, Lewandowski P, editors. *Innowacje*

- w medycynie: przegląd wybranych technologii XXI w. Tom XII. Łódź: ARCHE-AGRAPH Wydawnictwo Naukowe; 2023. p. 240–253.
- [6] Ustawa z dnia 17 sierpnia 2023 r. o niektórych zawodach medycznych (Dz. U. 2023 poz. 1972) (dostęp: 2025.06.15).
- [7] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2025 r. w sprawie szczegółowego wykazu czynności zawodowych osób wykonujących niektóre zawody medyczne (dostęp: 2025.06.15).
- [8] IAB Polska. Przewodnik po sztucznej inteligencji. Opracowany przez Grupę Roboczą AI IAB Polska. Warszawa: IAB Polska; 2024.
- [9] Patrzyk S, Woźniacka A. Sztuczna inteligencja w medycynie. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego w Łodzi; 2022.
- [10] Papież B.W.: Historia sztucznej inteligencji. *Med. Prakt.*, 2025;1:113–123
- [11] Galeon D. For the First Time, a Robot Passed a Medical Licensing Exam. *Futurism*. 2017 <https://futurism.com/first-time-robot-passed-medical-licensing-exam> (dostęp: 2025.08.02).
- [12] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 kwietnia 2024 r. w sprawie ustawicznego rozwoju zawodowego osób wykonujących niektóre zawody medyczne (dostęp: 2025.06.15).
- [13] LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. *Nature*. 2017;521(7553):436–44. <https://doi.org/10.1038/nature14539>.
- [14] Holzinger A, Langs G, Denk H, et al. Causability and explainability of artificial intelligence in medicine. *Wiley Interdiscip Rev Data Min Knowl Discov*. 2019;9(4):e1312. <https://doi.org/10.1002/widm.1312>.
- [15] Abuzaid MM, Elshami W, Tekin H, et al. Assessment of the Willingness of Radiologists and Radiographers to Accept the Integration of Artificial Intelligence into Radiology Practice. *Acad Radiol*. 2022;29(1):87–94. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2020.09.014>.
- [16] Akudjedu TN, Torre S, Khine R, et al. Knowledge, perceptions, and expectations of Artificial intelligence in radiography practice: A global radiography workforce survey. *J Med Imaging Radiat Sci*. 2023;54(1):104–116. <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2022.11.016>.
- [17] Syed AB, Zoga AC. Artificial intelligence in radiology: current technology and future directions. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2018;22(5):540–545. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1673383>.
- [18] Hardy M, Harvey H. Artificial intelligence in diagnostic imaging: impact on the radiography profession. *Br J Radiol*. 2020;93(1108):20190840. <https://doi.org/10.1259/bjr.20190840>.
- [19] Denisiewicz N, Bielówka M, Mitrega A i wsp. Najlepsze zastosowania sztucznej inteligencji w radiologii. In: Kueel J, Lewandowski P, editors. *Innowacje w medycynie: przegląd wybranych technologii XXI w. Tom XII*. Łódź: ARCHEAGRAPH Wydawnictwo Naukowe; 2023. p. 240–253.
- [20] Barański J. Inteligentna rewolucja w medycynie – zastosowanie sztucznej inteligencji (AI) w medycynie: przegląd, korzyści i wyzwania. *Przegl Epidemiol*. 2024;78(3):287–302. <https://doi.org/10.32394/pe/194484>.
- [21] Champendal M, Labouchère S, Ghotra SS, et al. Perspectives of medical imaging professionals about the impact of AI on Swiss radiographers. *J Med Imaging Radiat Sci*. 2024;55(4):101741. <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2024.101741>.
- [22] Ryan ML, O'Donovan T, McNulty JP. Artificial intelligence: The opinions of radiographers and radiation therapists in Ireland. *Radiography (Lond)*. 2021;27 Suppl 1: S74–S82. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2021.07.022>.
- [23] Antwi WK, Akudjedu TN, Botwe BO. Artificial intelligence in medical imaging practice in Africa: a qualitative content analysis study of radiographers' perspectives. *Insights Imaging*. 2021; 12:80. <https://doi.org/10.1186/s13244-021-01028-z>.
- [24] Lakhani P, Prater AB, Hutson RK, et al. Machine learning in radiology: applications beyond image interpretation. *J Am Coll Radiol*. 2018;15(2):350–359. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.09.044>.
- [25] Siemens Healthineers myExam Companion [Internet]. Dostępne na: <https://www.siemens-healthineers.com/pl/medical-imaging/digital-transformation-of-radiology/myexam-companion> (dostęp: 9 sierpnia 2025 r.).
- [26] Zakrzewska A, Wrotny A, Dropia M i wsp. Rewolucja w ochronie zdrowia: sztuczna inteligencja w portfolio tomografii komputerowej firmy Canon Medical Systems. *Inżynier Medyczny*. 2024;16(1).
- [27] Stefańska K, Kubarek W. Sztuczna inteligencja w tomografii – terazniejszość, przyszłość czy zagrożenie? *Inżynier i Fizyk Medyczny*. 2023; 2:149–151.
- [28] Buck MHS, Jezzard P, Hess AT. Optimization of undersampling parameters for 3D intracranial compressed sensing MR angiography at 7 T. *Magn Reson Med*. 2022;88(2):880–9. <https://doi.org/10.1002/mrm.29236>.
- [29] Przeździecka J. Metody wykonywania badań z zastosowaniem dożylnych środków kontrastowych w tomografii komputerowej. *Inż Fiz Med*. 2013;2(1):43–48.
- [30] Al Mohammad B, Aldaradkeh A, Gharaibeh M, Reed W. Assessing radiologists' and radiographers' perceptions on artificial intelligence integration: opportunities and challenges. *Br J Radiol*. 2024; 97(1156):763–769. [doi:10.1093/bjr/tqae022](https://doi.org/10.1093/bjr/tqae022).
- [31] Behl N. Deep Resolve – Mobilizing the Power of Networks. *MAGNETOM Flash*. 2021;(78):2–7. Siemens Healthineers, Erlangen, Germany.
- [32] Zhu B, Liu JZ, Cauley SF, et al. Image reconstruction by domain-transform manifold learning. *Nature*. 2018;21:555(7697):487–492. <https://doi.org/10.1038/nature25988>.
- [33] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1689 z dnia 13 czerwca 2024 r. w sprawie ustanowienia zharmonizowanych przepisów dotyczących sztucznej inteligencji oraz zmiany rozporządzeń [online] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=OJ:L_202401689 (dostęp: 2025.08.09)
- [34] Ministerstwo Cyfryzacji. Pierwsze przepisy Rozporządzenia o Sztucznej Inteligencji (AI Act) zaczynają obowiązywać [Online] <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/pierwsze-przepisy-rozporzadzenia-o-sztucznej-inteligencji-ai-act-zaczynaja-obowiazrywac> (dostęp: 2025.07.31).
- [35] Kowalski J. Odpowiedzialność za sztuczną inteligencję w prawie karnym [Online]. <https://www.prawo.pl/prawo/odpowiedzialnosc-za-sztuczna-inteligencje-w-prawie-karnym,534017.html> (dostęp: 2025.07.31).
- [36] Chen X, Wang X, Zhang K, et al. Recent advances and clinical applications of deep learning in medical image analysis. *Med Image Anal*. 2022; 79:102444. <https://doi.org/10.1016/j.media.2022.102444>.
- [37] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych oraz uchylenia dyrektywy 95/46/WE (ogólne rozporządzenie o ochronie danych) (dostęp: 2025.07.31).
- [38] Rainey C, O'Regan T, Matthew J, et al. Beauty Is in the AI of the Beholder: Are We Ready for the Clinical Integration of Artificial Intelligence in Radiography? An Exploratory Analysis of Perceived AI Knowledge, Skills, Confidence, and Education Perspectives of UK Radiographers. *Front Digit Health*. 2021;11(3):739327. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2021.739327>.
- [39] International Society of Radiographers and Radiological Technologists and the European Federation of Radiographer Societies. Artificial intelligence and the radiographer/radiological technologist profession: a joint statement of the International Society of Radiographers and Radiological Technologists and the European Federation of Radiographer Societies. *Radiography*. 2020; 26:93–5. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2020.03.007>.

Kornelia Koszczyk, dr Bartłomiej Nowak

Zakład Elektroradiologii, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński

NOWOŚĆ – długi detektor do zdjęć posturalnych

MISERWIS Michał Sergot zajmuje się kompleksową obsługą techniczną pracowni wyposażonych w sprzęt rentgenodiagnostyczny – począwszy od projektów pomieszczeń z lokalizacją urządzeń, poprzez sprzedaż i dostawę aparatów RTG, montaż i uruchomienie, do prowadzenia działań z zakresu serwisu RTG oraz sprawowania nad nim opieki i kontroli.

Rozwijając tradycję naszej rodziny, czerpiemy z ponad 50-letniego doświadczenia. Przemawiają za nami dziesiątki instalacji na terenie całego kraju. Marką naszych produk-



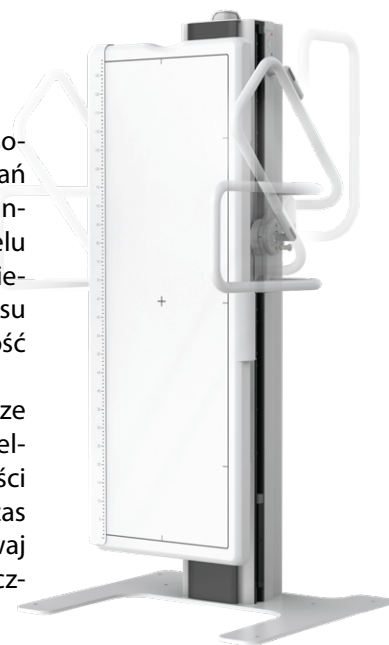
tów jest **cyfrowyrentgen.pl**. Dokładamy wszelkich starań, aby na rynek wprowadzać przede wszystkim rozwiązania, które są ergonomiczne, zwiększają bezpieczeństwo personelu oraz pacjentów, a także mają uzasadnienie ekonomiczne. Z radością pragniemy zaprezentować Państwu nowość, jaką jest długi detektor do zdjęć posturalnych – EXPOS LDPI (*Long Detector for Postural Images*).

Zwiększona dokładność zdjęcia posturalnego dzięki pojedynczej ekspozycji

Wykorzystanie pojedynczej ekspozycji do akwizycji obrazów o dużej długości zapewnia duże pole widzenia

obrazów bez przekłamań, o wysokiej rozdzielczości, idealne do badań długich kości nóg i kręgosłupa. Konwencjonalne scalane obrazy z wielu ekspozycji mogą powodować zniekształcenia obrazu podczas procesu scalania, zmniejszając dokładność diagnostyczną.

EXPOS LDPI zapewnia największe pole widzenia i najwyższą rozdzielczość, aby zapewnić wysokiej jakości badania nóg i kręgosłupa podczas pojedynczej ekspozycji. Zachowaj doskonałą dokładność diagnostyczną dzięki serii EXPOS LDPI.



Osiągnij większe zadowolenie pacjenta i zmniejsz dawkę

Ponieważ EXPOS LDPI rejestruje cały obraz o dużej długości w pojedynczej ekspozycji w ciągu zaledwie kilku sekund, zapobiega to konieczności wykonywania powtórzeń, minimalizuje dyskomfort podczas badania, zapewniając lepsze wrażenia pacjenta i zmniejsza dawkę dla pacjenta, zwiększając jego bezpieczeństwo.

Dopasowany do twoich potrzeb

Proponujemy wybór długiego detektora EXPOS LDPI w trzech rozmiarach: S (43x86 cm), M (43x114,7 cm), L (43x129 cm). Nowy wymiar obrazowania to nowa jakość diagnostyki. Zapraszamy do zapoznania się z nią na naszym stoisku E4 podczas targów SALMED w dniach 19-20 maja 2026.

www.cyfrowyrentgen.pl

reklama

EXPOS L



EXPOS S



LDPI Long Detector for Postural Images

Tylko **jedno zdjęcie**.

Jedna ekspozycja.

Bez poruszenia.

Krótszy czas.

Mniejsza dawka.

Zdjęcia posturalne.

tel. 512 357 123

www.cyfrowyrentgen.pl

sprzedaz@cyfrowyrentgen.pl

CYFROWYRENTGEN.PL

Dlaczego badania obrazowe kuszą w profilaktyce?

USG, RTG, tomografia czy rezonans kojarzą się z „pewną odpowiedzią”. W profilaktyce zdrowotnej łatwo więc pomyśleć: im więcej obrazowania, tym lepiej. Problem w tym, że w medycynie liczy się nie tylko to, czy coś da się zobaczyć, ale też czy wynik realnie zmieni postępowanie i poprawi rokowanie.

Badania obrazowe bywają ratunkiem w diagnostyce, ale w profilaktyce u osób bez objawów częściej rodzą fałszywe alarmy niż przynoszą korzyść. Wykrycie drobnej „zmiany” może uruchomić lawinę kontroli, biopsji i stresu, mimo że znalezisko nie miałoby znaczenia klinicznego. To zjawisko nazywa się nadrozpoznawalnością.

Najrozsądniejsza profilaktyka to taka, która jest dopasowana do wieku, płci i ryzyka (np. rodzinnego), a nie do aktualnej mody. W praktyce oznacza to rozmowę z lekarzem, ocenę czynników ryzyka i wybór badań o udowodnionej skuteczności.

Badania obrazowe, które mają sens w przesiewie

Są sytuacje, w których obrazowanie w profilaktyce ma mocne podstawy. Najbardziej znane przykłady to programy przesiewowe w kierunku nowotworów, gdzie korzyści przewyższają ryzyko i koszty. Warunek: właściwa grupa wiekowa, odpowiednia częstotliwość i dobrej jakości ośrodki.

W Polsce szczególnie ugruntowaną rolę ma mammografia w przesiewie raka piersi u kobiet w określonym wieku oraz kolonoskopia jako badanie wykrywające i usuwające polipy zanim staną się groźne. Choć kolonoskopia nie jest „obrazowaniem” w sensie radiologicznym, pełni analogiczną rolę: oglądamy narząd i reagujemy, zanim pojawią się objawy.

W wybranych grupach ryzyka sens może mieć również niskodawkowa tomografia komputerowa klatki piersiowej u osób z dużą ekspozycją na dym tytoniowy. To nie jest badanie „dla każdego palacza”, lecz narzędzie dla ściśle określonych kryteriów, bo wiąże się z dawką promieniowania i ryzykiem przypadkowych znalezisk.

Gdzie zaczyna się nadużycie: popularne „pakiety” bez wskazań

Nadużycie zwykle nie wygląda jak błąd, tylko jak „profilaktyka premium”: pełne skany, pakiety USG całego ciała, tomografia „na wszelki wypadek”, rezonans bez objawów. Kuszą, bo dają poczucie kontroli. Tyle że medycznie często

są słabym pomysłem.

Najczęstsze ryzyka to przypadkowe znaleziska (np. torbiele, drobne guzki, zmiany łagodne), które wymagają powtórek badań, konsultacji i czasem inwazyjnych procedur. Po drodze rośnie niepokój, a korzyść bywa żadna. Do tego dochodzi promieniowanie w TK i RTG, którego nie warto „zbierać” bez potrzeby.

Na liście badań najczęściej nadinterpretowanych są m.in. TK zatok bez wyraźnych wskazań, „profilaktyczne” RTG klatki piersiowej u osób bez objawów czy powtarzane co roku USG tarczycy bez powodu, mimo prawidłowych wyników i braku dolegliwości.

Promieniowanie i inne ryzyka, o których rzadko się mówi

Nie wszystkie badania są sobie równe. USG i rezonans magnetyczny nie wykorzystują promieniowania jonizującego, ale też nie są „neutralne” w sensie konsekwencji: mogą generować przypadkowe znaleziska i spiralę dalszych testów.

RTG i tomografia komputerowa wiążą się z promieniowaniem jonizującym. Jedno badanie zwykle nie jest dramatem, jednak wykonywanie ich seryjnie „profilaktycznie” zwiększa łączną ekspozycję bez gwarancji korzyści. Dlatego sensowne jest pytanie: co zmieni wynik? Jeśli odpowiedź brzmi „nic”, to sygnał ostrzegawczy.

Warto pamiętać również o kontrastach (w TK i czasem w rezonansie). Mogą być niezbędne diagnostycznie, ale nie są obojętne: wymagają oceny nerek, wywiadu alergicznego i uzasadnienia klinicznego.

Jak rozmawiać z lekarzem, żeby wybrać badanie mądrze?

Dobra decyzja o badaniu obrazowym przypomina plan: jest cel, kryteria i następny krok. Zamiast prosić o „pełny przegląd”, lepiej opisać objawy, czynniki ryzyka, historię rodzinną oraz wcześniejsze wyniki. To pozwala dobrać badanie tak, aby miało realną wartość.

Pomagają proste pytania, które porządkują rozmowę i chronią przed zbędnymi testami:

- Co konkretnie chcemy wykluczyć lub potwierdzić?
- Jakie są alternatywy (np. obserwacja, badania laboratoryjne)?
- Co zrobimy, jeśli wynik będzie niejednoznaczny?

Badanie	Dla kogo zwykle ma największy sens?	Po co?
Mammografia	Kobiety w wieku przesiewowym (wg zaleceń)	Wykrycie wczesnych zmian piersi
Kolonoskopia	Dorośli w wieku przesiewowym lub z obciążeniem rodzinnym	Wykrycie i usunięcie polipów, profilaktyka raka jelita
TK niskodawkowa płuca	Osoby z wysokim ryzykiem związanym z paleniem	Wczesne wykrycie raka płuca

- Jakie są ryzyka: promieniowanie, kontrast, fałszywe alarmy?

Jeśli badanie jest prywatne, tym bardziej warto poprosić o uzasadnienie w dokumentacji. To nie jest brak zaufania, tylko element odpowiedzialnej profilaktyki.

Najczęstsze sytuacje: objaw vs profilaktyka

Profilaktyka dotyczy osób bez objawów, a diagnostyka zaczyna się wtedy, gdy coś niepokoi. To rozróżnienie ma kluczowe znaczenie. Np. przewlekły kaszel, spadek masy ciała czy krwiotłucie to nie temat na „pakiet badań”, tylko na szybki kontakt z lekarzem i diagnostykę prowadzoną według algorytmu.

Z drugiej strony, brak objawów nie oznacza, że nic nie trzeba robić. Właśnie dlatego istnieją programy przesiewowe. Różnica polega na tym, że przesiew opiera się na danych: wiemy, u kogo i kiedy bilans korzyści jest najlepszy.

W codziennych dylematach przydaje się zasada proporcji: im mniej prawdopodobna choroba i im większe ryzyko „przypadkowych znalezisk”, tym ostrożniej z obrazowaniem. Czasem lepszą profilaktyką jest sen, aktywność, szczepienia, kontrola ciśnienia i lipidów niż kolejny skan.

FAQ

Czy warto robić coroczne RTG klatki piersiowej „kontrolnie”?

U osób bez objawów i bez szczególnych wskazań zwykle nie jest to zalecana profilaktyka. RTG wiąże się z promieniowaniem, a korzyść przesiewowa jest ograniczona. Lepiej omówić ryzyko indywidualne i ewentualne wskaza-

nia z lekarzem.

Czy USG całego brzucha raz w roku to dobry pomysł?

USG jest bezpieczne, ale wykonywane „w ciemno” często wykrywa drobne, łagodne zmiany, które potem trzeba kontrolować. U części osób ma sens jako badanie celowane (np. przy objawach, nieprawidłowych wynikach badań), a nie jako rutyna dla wszystkich.

Rezonans magnetyczny jest bez promieniowania, więc można robić go profilaktycznie?

Brak promieniowania nie oznacza braku ryzyka. Rezonans może prowadzić do nadrozpoznawalności i dalszych procedur, a czasem wymaga kontrastu. W profilaktyce powinien wynikać ze wskazań i oceny ryzyka, nie z samej dostępności.

Kiedy tomografia komputerowa ma sens w profilaktyce?

Najczęściej w ściśle określonych programach i grupach ryzyka, np. niskodawkowa TK płuc u osób z wysokim ryzykiem związanym z paleniem. „Pełna TK na wszelki wypadek” zwykle nie jest dobrym pomysłem ze względu na promieniowanie i przypadkowe znaleziska.

Jak odróżnić sensowną profilaktykę od marketingu badań?

Sensem profilaktyki jest zmniejszenie ryzyka choroby lub zgonu, a nie mnożenie wyników. Jeśli oferta obiecuje „pewność” i zawiera wiele badań bez kryteriów wieku i ryzyka, warto zachować ostrożność i skonsultować plan z lekarzem.

Źródło: e-arteria.pl

reklama



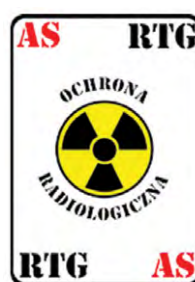
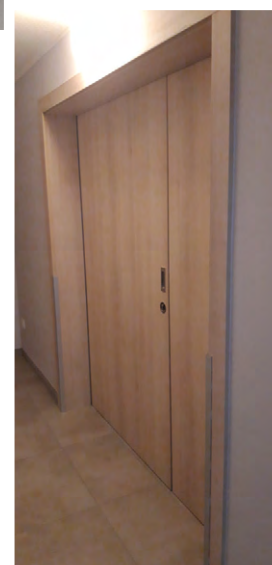
AS RTG

Nasze rozwiązania z zakresu ochrony radiologicznej są wykonywane pod konkretny wymiar i parametry techniczne.

Nie boimy się trudnych i skomplikowanych wyzwań. Staramy się, aby klienci byli zadowoleni z naszych produktów pod względem jakościowym i cenowym.

W naszej ofercie znajdują Państwo takie produkty jak drzwi, parawany, okna i wiele innych.

To co dla innych firm jest innowacją i nowatorstwem, dla nas jest standardem.



Czy dobre informacje nie są lepsze
od najwspanialszej kawy?



czytaj nasze czasopismo na

www.e-wyrobymedyczne.pl

Koss Rentgen-Serwis jest autoryzowanym dystrybutorem aparatów do rentgenodiagnostyki marki Control-X Medical

Dostarczamy zarówno prostsze systemy RadioLogiX dla klientów oczekujących najlepszego stosunku ceny do jakości sprzętu, jak i najbardziej zaawansowane aparaty, w pełni zmotoryzowane, z autopozycjonowaniem, autotrackingiem oraz stitchingiem (łączenie 2-4 zdjęć).

Dla najbardziej wymagających proponujemy model C400 LB z detektorem o polu obrazowania 43x120 cm pozwalającym na wykonanie zdjęć całego kręgosłupa lub całej kończyny dolnej podczas tylko jednej ekspozycji.

Dla małych gabinetów mamy idealne rozwiązanie w postaci aparatu Z-Motion.

Paletę dopełnia cyfrowy, mobilny system do zdjęć przyłóżkowych COBRA.

Pełna oferta: www.cxmed.com

Oferujemy też detektory CareRay, iRay i PIXXGEN, ze stacją z monitorem zgodnym z DICOM.

Do archiwizacji proponujemy serwer PACS z szyfrowaniem plików. Może być on uzupełniony o terminal dla rejestracji Rtg z oprogramowaniem RIS (zlecenie badań) i do obsługi teleradiologii. W najbardziej rozbudowanej wersji jest opcja udostępniania obrazów i opisów poprzez portal ePACS.

W ofercie mamy części zamienne do aparatów rtg, m.in. takie jak:

- generatory 40-80 kW,
- lampy rtg,
- kolimatory,
- kratki przeciwozprośeniowe,
- mierniki DAP,
- komory AEC,



control-x
MEDICAL

RTG RadioLogiX

KOSS
RENTGEN-SERWIS

- części mechaniczne (stoły nawet do 350 kg, statywy, kolumny).

Zgodnie z nazwą, zajmujemy się również serwisem aparatów rentgenowskich różnych producentów.

Ponadto dostarczamy monitory medyczne DICOM do stacji opisowych, przeglądowych i systemów CR lub DR.

Nasza oferta nie jest ograniczona wyłącznie do dostawy sprzętu w formie sprzedaży i serwisu. W zależności od potrzeb klientów, możemy zaoferować bardziej elastyczne zasady współpracy, takie jak dzierżawa lub użytkowanie w ramach usługi medycznej – teleradiologii. Ta ostatnia forma jest szczególnie popularna, gdyż w ten sposób współpracujemy już kilkanaście lat z ponad pięćdziesięcioma placówkami szpitalnymi i ambulatoryjnymi w całym kraju.

www.koss.net.pl

reklama



PERFORM-X
C400 LB



COBRA

MOTORIZED MOBILE X-RAY SYSTEM

Aparaty rentgenowskie Control-X
Systemy cyfrowe DR - Flat Panel
Serwis . Części . Teleradiologia . PACS

CARERAY **PIXXGEN**



KOSS
RENTGEN-SERWIS

ul. Kasjopei 8, 80-299 Gdańsk, T. 603 270 482
✉ rentgenserwis@gmail.com www.koss.net.pl

Zaburzenia serca. Diagnostyka

Zaburzenia serca stanowią jedną z najpoważniejszych przyczyn zgonów na całym świecie, ale wczesne rozpoznanie może znacząco poprawić skuteczność leczenia. Diagnostyka obejmuje szereg badań – od prostego pomiaru ciśnienia krwi, przez badania laboratoryjne, aż po zaawansowane techniki obrazowania, które pozwalają lekarzom dokładnie ocenić stan serca i naczyń krwionośnych.

Kto powinien wykonać diagnostykę zaburzeń serca

Diagnostyka zaburzeń serca jest zalecana dla każdej osoby, która zauważa u siebie niepokojące objawy związane z pracą serca lub układu krążenia. Do takich symptomów należą przede wszystkim **ból w klatce piersiowej**, nazywany też dławicą piersiową, który może objawiać się jako uczucie ucisku, ciężaru lub dyskomfortu w okolicy mostka. Często pacjenci opisują to wrażenie jako „pas wokół klatki piersiowej” lub „ciężar na piersi” [16]. Ból ten może promieniować do ramion, szczególnie lewego, a także do szyi, zuchwy czy pleców.

Innym ważnym sygnałem ostrzegawczym jest duszność, czyli uczucie braku powietrza, które może występować zarówno podczas wysiłku, jak i w spoczynku. Osoby z chorobami serca mogą również odczuwać niezwykle zmęczenie i wyczerpanie, które nie mija po odpoczynku [16]. Zawroty głowy, omdlenia, kołatanie serca oraz uczucie szybkiego lub nieregularnego bicia serca to kolejne objawy, które powinny skłonić do wizyty u lekarza.

Należy pamiętać, że niektóre osoby, szczególnie starsze i kobiety, mogą mieć bardziej subtelne objawy. Choroba serca może przebiegać „cicho”, bez wyraźnych symptomów, i zostać wykryta dopiero w momencie wystąpienia zawału serca, niewydolności serca lub zaburzeń rytmu [2]. Z tego powodu regularne badania kontrolne są niezwykle istotne, zwłaszcza dla osób z czynnikami ryzyka.

Do grupy podwyższonego ryzyka należą osoby z **nadciśnieniem tętniczym, wysokim cholesterolem we krwi** oraz osoby palące tytoń. Około połowa ludzi w Stanach Zjednoczonych ma co najmniej jeden z tych trzech kluczowych czynników ryzyka [2]. Inne warunki zwiększające ryzyko to cukrzyca, nadwaga lub otyłość, siedzący tryb życia oraz niezdrowa dieta. Warto też zwrócić uwagę na historię rodzinną – jeśli u bliskich krewnych występowały choroby serca w stosunkowo młodym wieku, ryzyko również się zwiększa.

Diagnostykę powinny wykonać także osoby, które doświadczyły stanu **przedrzucawkowego** (*preeclampsia*) podczas ciąży, ponieważ ten stan wiąże się ze zwiększonym ryzykiem chorób serca w późniejszym życiu [2]. Wiek

również ma znaczenie – u kobiet po 55. roku życia oraz u mężczyzn po 45. roku życia ryzyko chorób serca naturalnie wzrasta. Osoby, których ojciec lub brat mieli chorobę serca przed 55. rokiem życia, lub których matka czy siostra przed 65. rokiem życia, również powinny być szczególnie czujne.

Szybka reakcja może uratować życie [2]

Warto również podkreślić, że diagnostyka zaburzeń serca nie jest zarezerwowana tylko dla osób z objawami. Regularne badania przesiewowe, takie jak pomiar ciśnienia krwi czy kontrola poziomu cholesterolu, powinny być częścią rutynowej opieki zdrowotnej dla wszystkich dorosłych. Dzięki wczesnej identyfikacji czynników ryzyka możliwe jest wprowadzenie zmian w stylu życia lub rozpoczęcie leczenia, co znacząco zmniejsza prawdopodobieństwo rozwoju poważnych powikłań sercowo-naczyniowych.

Metody diagnostyczne stosowane w celu identyfikacji zaburzeń serca

Diagnostyka zaburzeń serca opiera się na szerokim zestawie metod badawczych, które pozwalają lekarzom dokładnie ocenić stan serca i naczyń krwionośnych. Proces diagnostyczny zwykle rozpoczyna się od dokładnego wywiadu medycznego i badania fizykalnego. Lekarz pyta pacjenta o występujące objawy, historię chorób w rodzinie, stosowane leki oraz styl życia, w tym nawyki żywieniowe, aktywność fizyczną i używki. Badanie fizykalne obejmuje między innymi badanie *per rectum* (badanie przez odbyt), które może być stosowane w szerszej ocenie stanu zdrowia pacjenta [35].

Podstawowym narzędziem diagnostycznym jest pomiar ciśnienia krwi. Nadciśnienie tętnicze to jeden z głównych czynników ryzyka chorób serca, dlatego jego regularne monitorowanie jest kluczowe. Badanie to jest nieinwazyjne, szybkie i może być wykonywane zarówno w gabinecie lekarskim, jak i w domu. Jeśli ciśnienie krwi jest podwyższone, lekarz może zalecić dodatkowe badania lub rozpoczęcie leczenia.

Badania krwi odgrywają istotną rolę w diagnostyce chorób serca. Pozwalają ocenić poziom cholesterolu we krwi, w tym cholesterolu LDL (nazywanego „złym cholesterolem”), HDL („dobrego cholesterolu”) oraz triglicerydów. Wysoki poziom cholesterolu LDL sprzyja powstawaniu blaszek miażdżycowych w tętnicach, co może prowadzić do chorób wieńcowych [14]. Badania krwi pozwalają także sprawdzić poziom glukozy, co jest ważne w kontekście cukrzycy – choroby zwiększającej ryzyko problemów z sercem. Dodatkowo, specjalistyczne markery sercowe, takie jak troponina, mogą wskazywać na uszkodzenie mięśnia sercowego, co jest istotne w diagnostyce zawału.

Elektrokardiogram (EKG) to jedno z najczęściej wykonywanych badań serca. Jest to prosty, bezbolesny test, który rejestruje aktywność elektryczną serca. Elektrody umieszczane na skórze klatki piersiowej, ramion i nóg pozwalają wykryć nieprawidłowości w rytmie serca, takie jak arytmie (zaburzenia rytmu), a także objawy niedokrwienia lub przebytego zawału serca [31]. EKG może być wykonywane w gabinecie lekarskim w spoczynku lub podczas wysiłku fizycznego (próba wysiłkowa), co pozwala ocenić, jak serce reaguje na zwiększone obciążenie.

Dla pacjentów, u których podejrzewa się sporadyczne zaburzenia rytmu serca, stosuje się **monitor Holtera** lub monitor zdarzeń. Są to przenośne urządzenia, które pacjent nosi przez 24-48 godzin lub dłużej, a które w sposób ciągły rejestrują aktywność elektryczną serca. Dzięki temu możliwe jest wykrycie nieregularności, które nie występują podczas standardowego badania EKG w gabinecie [35].

Echokardiografia, czyli badanie ultrasonograficzne serca, wykorzystuje fale dźwiękowe do tworzenia obrazów serca w ruchu. Badanie to pozwala ocenić strukturę serca, w tym wielkość komór, grubość ścian mięśnia sercowego, stan zastawek serca oraz sposób, w jaki krew przepływa przez serce. Echokardiografia jest szczególnie przydatna w diagnostyce niewydolności serca, chorób zastawkowych oraz wrodzonych wad serca [35]. Badanie jest nieinwazyjne i bezpieczne, nie wiąże się z promieniowaniem jonizującym.

Tomografia komputerowa (CT) serca to zaawansowana technika obrazowania, która wykorzystuje promienie rentgenowskie do tworzenia szczegółowych, trójwymiarowych obrazów serca i naczyń wieńcowych. Badanie to może ujawnić obecność zwapnień w tętnicach wieńcowych, co jest wczesnym znakiem choroby wieńcowej. CT często wykonuje się z podaniem kontrastu dożylnie, co pozwala na jeszcze dokładniejszą ocenę przepływu krwi i identyfikację zwężeń w naczyniach [35].

Rezonans magnetyczny (MRI) serca to kolejna zaawansowana metoda obrazowania, która wykorzystuje silne pole magnetyczne i fale radiowe do tworzenia bardzo szczegółowych obrazów struktur serca i otaczających tkanek. MRI jest szczególnie przydatne w ocenie chorób mięśnia sercowego, takich jak kardiomiopatia (choroby mięśnia sercowego), oraz w wykrywaniu blizn po zawałach. Badanie to nie wiąże się z promieniowaniem, ale trwa dłużej niż CT i może być niewygodne dla osób z klaustrofobią lub implantami metalowymi [35].

Scyntygrafia serca to badanie medycyny nuklearnej, w którym do organizmu pacjenta podawana jest niewielka ilość radioaktywnego znacznika. Substancja ta jest wychwytywana przez komórki mięśnia sercowego, co pozwala na ocenę przepływu krwi w spoczynku i podczas wysiłku. Badanie to pomaga wykryć obszary niedokrwienia lub martwicy (obumierania tkanki) serca oraz ocenić funkcję lewej komory [35].

Koronarografia, znana także jako cewnikowanie serca, to inwazyjne badanie, które jest „złotym standardem” w diagnostyce choroby wieńcowej. Podczas procedury cienki cewnik (wąska rurka) wprowadzany jest przez tętnicę, zwykle w pachwinie lub nadgarstku, i prowadzony do naczyń wieńcowych. Następnie podawany jest środek kon-

trastowy, a za pomocą aparatu rentgenowskiego tworzone są szczegółowe obrazy tętnic wieńcowych. Badanie to pozwala dokładnie zlokalizować i ocenić stopień zwężenia naczyń, co jest kluczowe w planowaniu leczenia, takiego jak angioplastyka (poszerzanie naczyń) lub operacja pomostowania aortalno-wieńcowego [35].

Im wcześniej zostanie wykryta choroba serca, tym łatwiej ją leczyć. Dlatego tak ważne są regularne badania kontrolne, szczególnie dla osób z czynnikami ryzyka. Profilaktyka i wczesna diagnoza mogą znacząco poprawić rokowanie i jakość życia pacjentów [16].

W diagnostyce zaburzeń układu naczyniowego poza sercem stosuje się także **ultrasonografię Dopplera tętnic szyjnych**, która ocenia przepływ krwi w tętnicach prowadzących do mózgu i może wykryć zwężenia zwiększające ryzyko udaru. **Badania przepływu krwi w tętnicach nóg** (segmentowe pomiary ciśnienia metodą Dopplera) pomagają zdiagnozować chorobę tętnic obwodowych, która często współistnieje z chorobą wieńcową [35].

Specjalistyczne testy elektryczne serca, takie jak **badanie elektrofizjologiczne**, są wykorzystywane w diagnostyce złożonych zaburzeń rytmu serca. Podczas tej procedury do serca wprowadzane są cewniki z elektrodami, które stymulują serce i rejestrują jego aktywność elektryczną, co pozwala na dokładne zlokalizowanie źródła arytmii [35].

Każda z tych metod diagnostycznych ma swoje specyficzne zastosowania i ograniczenia. Lekarz, na podstawie objawów, historii medycznej i wyników wstępnych badań,

reklama



Ośrodek Badań Atestacji
i Certyfikacji OBAC Sp. z o.o.

www.OBAC.com.pl





Badania i certyfikacja wyrobów medycznych

- Badania wyrobów: mechaniczne, elektryczne, środowiskowe i funkcjonalne
- Weryfikacja dokumentacji technicznej wyrobów medycznych
- Testy kompatybilności elektromagnetycznej EMC
- Certyfikacja aktywnych wyrobów medycznych klasy I
- Certyfikacja systemów zarządzania według PN-EN 13485: 2016-04

OBAC Sp. z o.o. | ul. Łabędzka 21, Gliwice

biuro@obac.com.pl
tel. 32 237 84 40



Foto: Freepik

dobiera odpowiedni zestaw testów, który pozwoli na jak najdokładniejsze rozpoznanie problemu. Warto pamiętać, że większość tych badań jest bezpieczna, a dyskomfort z nimi związany jest minimalny. Dzięki nowoczesnej diagnostyce możliwe jest nie tylko potwierdzenie obecności choroby serca, ale także ocena jej stopnia zaawansowania i zaplanowanie optymalnego leczenia.

Diagnostyka w kontekście kwalifikacji do badań klinicznych

Badania kliniczne odgrywają kluczową rolę w rozwoju nowych metod leczenia zaburzeń serca. Aby pacjent mógł wziąć udział w takim badaniu, musi przejść przez proces kwalifikacyjny, który obejmuje szereg specjalistycznych testów diagnostycznych. Te badania służą nie tylko do potwierdzenia, że pacjent spełnia kryteria włączenia do badania, ale także do zapewnienia jego bezpieczeństwa podczas udziału w eksperymencie.

Typowe kryteria kwalifikacyjne do badań klinicznych dotyczących chorób serca obejmują potwierdzenie rozpoznania określonego typu schorzenia sercowo-naczyniowego. Na przykład, badanie testujące nowy lek na chorobę wieńcową będzie wymagało dokumentacji potwierdzającej obecność zwężeń w tętnicach wieńcowych, co można osiągnąć poprzez **koronarografię** lub inne metody obrazowania naczyń.

Przed włączeniem do badania pacjent zazwyczaj musi przejść kompleksowe badanie laboratoryjne krwi. Obejmuje ono nie tylko pomiar cholesterolu i glukozy, ale także ocenę funkcji wątroby i nerek, pełną morfologię krwi oraz badania poziomu elektrolitów. Te informacje pozwalają ocenić ogólny stan zdrowia pacjenta i wykluczyć inne schorzenia, które mogłyby wpłynąć na bezpieczeństwo lub wyniki badania.

Elektrokardiogram (EKG) jest standardowym badaniem wykonanym przed rozpoczęciem udziału w badaniu klinicznym dotyczącym serca. Pozwala on ocenić podstawową aktywność elektryczną serca i wykryć ewentualne zaburzenia rytmu, które mogą stanowić przeciwwskazanie

do przyjmowania badanego leku lub procedury.

Echokardiografia jest często wymagana w badaniach dotyczących niewydolności serca lub chorób zastawkowych. Badanie to pozwala zmierzyć tak zwany **wskaźnik frakcji wyrzutowej** (*ejection fraction*), czyli procent krwi wypychanej z lewej komory serca przy każdym skurczu. Jest to kluczowy parametr oceniający sprawność pompowania krwi przez serce. Wiele badań klinicznych ma ściśle kryteria dotyczące minimalnej lub maksymalnej wartości tego wskaźnika, co pozwala na włączenie pacjentów o podobnym stopniu zaawansowania choroby.

W przypadku badań testujących nowe interwencje inwazyjne, takie jak nowe rodzaje stentów wieńcowych lub techniki operacyjne, pacjenci mogą być kwalifikowani na podstawie wyników **tomografii komputerowej (CT)** lub **rezonansu magnetycznego (MRI)** serca. Te zaawansowane techniki obrazowania dostarczają szczegółowych informacji o anatomii serca i naczyń, co jest niezbędne do precyzyjnego zaplanowania procedury.

Niektóre badania kliniczne wymagają przeprowadzenia **próby wysiłkowej**, podczas której pacjent chodzi na bieżni lub pedałuje na rowerze stacjonarnym, a jednocześnie monitorowane są jego tętno, ciśnienie krwi i EKG. Test ten ocenia, jak serce reaguje na zwiększony wysiłek i pozwala wykryć niedokrwienie mięśnia sercowego, które może nie być widoczne w spoczynku.

W badaniach nad nowymi lekami przeciwzakrzepowymi lub przeciwplatekcyjnymi często wymagane są specjalistyczne testy krzepnięcia krwi, które określają, jak szybko i skutecznie krew pacjenta tworzy zakrzepy. Jest to istotne dla bezpieczeństwa pacjenta, ponieważ nieprawidłowe krzepnięcie może zwiększyć ryzyko krwawienia lub zakrzepów podczas leczenia.

Badania genetyczne również mogą być częścią procesu kwalifikacyjnego, szczególnie w badaniach nad leczeniem wrodzonych wad serca lub kardiomiopatii o podłożu genetycznym. Identyfikacja specyficznych mutacji genowych pozwala na precyzyjniejsze dobranie terapii i lepsze zrozumienie mechanizmów choroby.

Pacjenci biorący udział w badaniach klinicznych są także regularnie monitorowani za pomocą tych samych badań diagnostycznych przez cały okres trwania badania. Dzięki temu możliwe jest śledzenie postępów leczenia, wykrywanie ewentualnych działań niepożądanych oraz dostosowywanie terapii w razie potrzeby. To ciągłe monitorowanie jest kluczowe dla zapewnienia bezpieczeństwa uczestników i wiarygodności wyników badania.

Warto podkreślić, że udział w badaniu klinicznym wiąże się z dostępem do najnowszych metod diagnostycznych i terapeutycznych, często jeszcze niedostępnych w rutynowej praktyce klinicznej. Dodatkowo, pacjenci są pod szczególnie uważną opieką zespołu medycznego, co może przyczynić się do lepszego zrozumienia ich stanu zdrowia i skuteczniejszego leczenia. Jednakże udział w badaniu wiąże się także z pewnymi ograniczeniami i potencjalnymi ryzykami, dlatego decyzja o uczestnictwie powinna być podjęta po dokładnej rozmowie z lekarzem i pełnym zrozumieniu warunków badania.

www.badaniakliniczne.pl

MAC 3

Prosty. Niezawodny. Bezpieczny.



Nowoczesne rozwiązania
kardiologiczne

reklama

POLSKI PRODUCENT
ŚWIATOWY PRODUKT

www.emtel.pl



EMTEL Śliwa sp. k.
41-807 Zabrze, ul. A. Mickiewicza 66
tel: 32 271 90 13, fax: 32 271 57 27
medical@emtel.pl

reklama



RECK MOTOMed. next generation

ROTARY

POLO MED

RECK Medizintechnik

DE 88422 Betzenweiler, Reckstr. 1-5,
tel. +49 7374 18-85, e-mail: info@motomed.com
www.motomed.com

POLOmed Andrzej Połowski

75-556 Koszalin, ul. Moniuszki 29/13
tel. +48 694 340 218
e-mail: a.polonski@motomed.com

www.polomed.pl



Niewydolność serca – rosnący problem zdrowotny. Jakie są objawy i jak wygląda diagnozowanie tej choroby?

Niewydolność serca to jedno z najpoważniejszych wyzwań współczesnej medycyny. W Polsce problem dotyczy nawet 1,2-1,4 miliona osób, a liczba pacjentów stale rośnie. Jak podkreśla Jarosław D. Kasprzak, konsultant ds. kardiologii American Heart of Poland w województwie łódzkim, wczesne uchwycenie momentu, w którym choroba zaczyna się rozwijać, ma istotne znaczenie dla zdrowia i życia pacjentów.

Niewydolność serca rozwija się podstępnie. Wczesne dolegliwości bywają mylone z przemęczeniem, stresem lub gorszą formą. Do najczęstszych objawów należą duszność, szybkie męczenie się, obrzęki nóg, kołatania serca, niekiedy zasłabnięcia. Część pacjentów skarży się też na nocne oddawanie moczu czy nagłe przybieranie na wadze wskutek zatrzymywania płynów w ustroju.

Nie tylko choroba seniorów

Choć niewydolność serca najczęściej kojarzona jest z osobami starszymi, może dotyczyć także osób młodych. Wśród przyczyn znajdują się kardiomiopatie, wrodzone wady serca, zapalenia mięśnia sercowego, choroby autoimmunologiczne, a także nadużywanie alkoholu, narkotyków czy niektórych leków. Często problem pojawia się u pacjentów z nieskutecznie leczonym nadciśnieniem, chorobą wieńcową lub wadami zastawkowymi. Grupę ryzyka stanowią także pacjenci onkologiczni.

Jak diagnozuje się niewydolność serca?

– Podstawowe znaczenie ma czujność kliniczna, uważne wysłuchanie pacjenta oraz wykorzystanie dwóch filarów diagnostyki niewydolności serca - oznaczenia peptydów natriuretycznych i metod obrazowych - zazwyczaj echokardiografii, która odgrywa niezastąpioną rolę w

precyzyjnym określeniu typu niewydolności serca i ocenie skuteczności opieki – podkreśla prof. Jarosław D. Kasprzak.

Peptydy natriuretyczne (BNP i NT-proBNP) to białka uwalniane, gdy serce jest przeciążone. Ich podwyższony poziom precyzyjnie wskazuje na zaburzenia wydolności mięśnia sercowego nawet wtedy, gdy objawy nie są jeszcze silnie wyrażone. Badanie pomaga lekarzowi zdecydować o dalszych krokach diagnostycznych.

Echokardiografia jest z kolei bezpiecznym, niedrogim i dostępnym badaniem pozwalającym ocenić budowę i sprawność pracy serca. Umożliwia m.in. określenie frakcji wyrzutowej, regionalnych zaburzeń kurczliwości, przerostu serca czy wad zastawek. Dzięki niej można również monitorować skuteczność leczenia i szybko reagować na pogorszenie stanu chorego.

Diagnostyka i terapia niewydolności serca realizowane są m.in. na Oddziale Kardiologicznym American Heart of Poland w Zgierzu, co pozwala pacjentom korzystać z wysokospecjalistycznej opieki kardiologicznej blisko miejsca zamieszkania.

Liczy się czas

Niewydolność serca to choroba przewlekła, ale przy odpowiednio wczesnym wykryciu i leczeniu wielu jej skutkom można zapobiec, jej progresji, a nawet przywrócić sprawność serca. Warunkiem jest trafne i wczesne rozpoznanie. Regularne badania, reagowanie na niepokojące objawy oraz świadomość zagrożeń mogą znacząco poprawić rokowania pacjentów. W walce o zdrowe serce kluczem pozostaje czujność, zarówno lekarza, jak i samego chorego – podsumowuje prof. Jarosław D. Kasprzak.

Źródło: ahop.pl

Nowoczesne technologie medyczne w Polsce

Nie ma już odwrotu – jesteśmy świadkami największego przewrotu w historii polskiej medycyny. Nowoczesne technologie medyczne rozmontowują stare układy, łamią tabu i stawiają pod znakiem zapytania granice kompetencji lekarza, pielęgniarki czy samego pacjenta. Sztuczna inteligencja, roboty chirurgiczne, big data oraz cyfrowa opieka domowa nie są już modnymi frazesami z konferencji branżowych – to codzienność, która już teraz redefiniuje dostępność, efektywność i bezpieczeństwo leczenia.

Dlaczego wszyscy mówią o nowoczesnych technologiach medycznych?

O nowoczesnych technologiach medycznych mówi się dziś niemal wszędzie – od szpitalnych korytarzy, przez sale wykładowe, aż po domowe salony. Deklaracje o „rewolucji” są na porządku dziennym, ale pod cienką warstwą marketingowego żargonu kryją się konkretne fakty, które nie pozostawiają złudzeń: cyfrowa transformacja medycyny to nie tylko moda, ale odpowiedź na realne problemy systemu zdrowotnego. Na pierwszy plan wysuwają się rozwiązania, które radykalnie zmieniają praktykę kliniczną: sztuczna inteligencja wspierająca diagnostykę obrazową, rozbudowane systemy zdalnego monitorowania zdrowia czy roboty chirurgiczne. Według raportu Philips, w 2025 roku wartość rynku AI w medycynie przekracza już 34 miliardy dolarów, a 30% dorosłych Polaków używa urządzeń typu wearables do monitorowania stanu zdrowia. Te liczby nie są tylko pustą obietnicą – oznaczają realną zmianę relacji między pacjentem, lekarzem a technologią.

Jak działa AI w polskich szpitalach?

Sztuczna inteligencja w polskiej medycynie nie jest już egzotycznym dodatkiem – to narzędzie coraz częściej wykorzystywane w praktyce klinicznej. AI analizuje zdjęcia rentgenowskie, wykrywa nieprawidłowości w rezonansach magnetycznych i wspiera proces podejmowania decyzji terapeutycznych. Według danych Solwit (2024), narzędzia AI skracają czas diagnozy nawet o 40%, a algorytmiczne wsparcie redukuje liczbę błędów w interpretacji obrazów medycznych o około 20%. W praktyce oznacza to szybszą reakcję na zagrożenia życia pacjenta i bardziej precyzyjne leczenie.

Nowe możliwości i granice robotów w sali operacyjnej

Roboty chirurgiczne, takie jak Da Vinci czy polskie prototypy, zmieniają reguły w salach operacyjnych. Dzięki ich precyzji możliwe jest przeprowadzanie skomplikowanych zabiegów minimalnie inwazyjnych, których nie podjąłby się nawet najbardziej doświadczony chirurg. Według danych RynekZdrowia.pl, już 18% operacji w Polsce wyko-

nywanych jest przy wsparciu robota, co pozwala na krótszą rekonwalescencję i mniejsze ryzyko powikłań. Jednak technologia nie jest wolna od ograniczeń: wysoki koszt wdrożenia, czasochłonne szkolenia personelu oraz ryzyko awarii sprzętu to wciąż realne wyzwania.

Jak wygląda e-konsultacja w praktyce?

Telemedycyna przestała być „opcją awaryjną” na czas pandemii – dziś to standardowa forma kontaktu z lekarzem, pielęgniarką czy terapeutą. Konsultacje online pozwalają na szybką diagnozę prostych dolegliwości, wystawianie e-recept oraz monitorowanie przewlekłych schorzeń. W praktyce polskiej oznacza to nie tylko wygodę, ale i większą kontrolę nad własnym zdrowiem. Przeciętny czas oczekiwania na poradę skrócił się do kilku godzin, a komunikacja odbywa się przez dedykowane platformy, zabezpieczone zgodnie z RODO.

Trendy, które warto śledzić

Obserwując aktualne wdrożenia i analizy branżowe, można wskazać kilka trendów, które już dziś zmieniają polską opiekę zdrowotną:

- Upowszechnienie zdalnego monitorowania zdrowia przez urządzenia wearable i IoT.
- Rosnąca rola AI w diagnostyce, zwłaszcza w radiologii i kardiologii.
- Cyfrowa dokumentacja pacjenta – odchodzenie od papieru na rzecz chmury obliczeniowej.
- Rozwój telemedycyny i wsparcia domowego, zwłaszcza dla seniorów.
- Coraz większe znaczenie bezpieczeństwa danych i cyberochrony.

Jakie technologie są już dostępne w Polsce?

- Systemy AI do diagnostyki obrazowej (np. wykrywanie zmian nowotworowych).
 - Telemedycyna – e-konsultacje, e-recepty, zdalne monitorowanie pacjentów.
 - Roboty chirurgiczne w wybranych szpitalach.
 - Wearables i IoT do monitorowania parametrów zdrowotnych.
 - Cyfrowa dokumentacja medyczna i aplikacje zdrowotne.
- W erze cyfrowej medycyny wygrywają ci, którzy potrafią połączyć nieustanny rozwój technologii z rozsądkiem i empatią. Ostatecznie, to nie algorytm, ale człowiek decyduje o tym, jak wykorzystać potencjał nowoczesnych technologii – zarówno dla własnego zdrowia, jak i dla dobra całego społeczeństwa.

Źródło: piellegniarka.ai

Fototerapia - wykorzystanie światła w medycynie

Klaudia Dynarowicz, David Aebisher

Fototerapia inaczej światłoterapia to jedna z metod leczenia stanów zapalnych, schorzeń nowotworowych i nienowotworowych. W metodzie tej jak sama nazwa wskazuje źródłem terapii jest światło.

Do fototerapii zaliczana jest terapia fotodynamiczna (z ang. *photodynamic therapy*, PDT). Jest to innowacyjna metoda leczenia oparta na zdolności fotouczulaczy do wytwarzania reaktywnych form tlenu po ekspozycji na światło odpowiadające długości fali absorpcji danego fotouczulacza, zarówno w zakresie widzialnym, jak i bliskiej podczerwieni [1]. Proces ten powoduje uszkodzenie patologicznych komórek nowotworowych, minimalizując jednocześnie wpływ na zdrowe tkanki. PDT to obiecujący kierunek w leczeniu wielu chorób, ze szczególnym uwzględnieniem leczenia nowotworów i innych chorób związanych z nadmiernym wzrostem komórek [2].

Obecnie w fototerapii stosuje się kilka rodzajów źródeł światła. Są to lasery, diody elektroluminescencyjne (LED) oraz lampy.

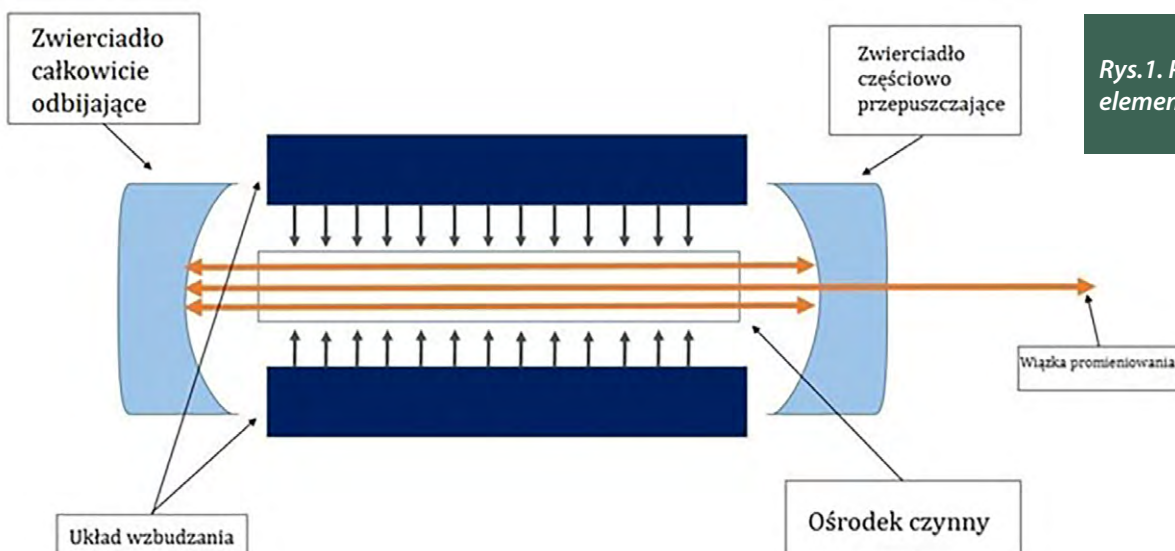
Laser (z ang. *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) to generator monochromatycznej, koherentnej i spolaryzowanej wiązki światła. Najczęściej wykorzystywane są lasery, które emitują światło z zakresu od nadfioletu do dalekiej podczerwieni. Mechanizm generowania światła przez lasery opiera się na zjawisku wymuszonej emisji promieniowania w ośrodku po odwróceniu (inwersji) obsadzeń. Laser wykorzystuje właściwości kwantowe atomów, które pochłaniają i emitują cząsteczki światła zwane fotonami. Kiedy elektrony w atomach wracają na swoją normalną orbitę lub stan „podstawowy” spontanicznie lub po „stymulacji” światłem lub innym źródłem energii, a w niektórych przypadkach nawet innym laserem, emitują wię-

cej fotonów. Zasadniczymi elementami lasera są: ośrodek czynny, rezonator optyczny, układ pompujący.

Do generowania promieniowania laserowego wykorzystuje się tzw. ośrodek czynny, np. gaz lub określony rodzaj kryształu, który jest wzbudzany impulsem elektrycznym lub fotonami z zewnętrznego źródła. Elektrony uwięzione w atomach ośrodka czynnego zaczynają emitować, gdy wracają ze stanu wzbudzonego do stanu podstawowego. Następuje proces emisji wymuszonej. Promieniowanie laserowe ma określoną długość fali, charakteryzującą się określonym kolorem wiązki światła. Strumień fotonów uwalniany jest z wnętrza lasera przez otwór, który nadaje wiązce kształt, dlatego promieniowanie laserowe rozprzestrzenia się w określonym kierunku, a nie w sposób rozproszony.

Istnieje wiele rodzajów laserów różniących się mocą, długością fali emitowanego światła i rozmiarem: od miniaturowych wskaźników laserowych po duże układy zajmujące duże obszary.

Lasery jako źródło światła w PDT mają dużą moc optyczną i zakres długości fal, który można regulować w zależności od preferencji (tj. zastosowanego fotosensybilizatora, leczonej tkanki lub głębokości, na jaką światło ma być dostarczone) [3]. Elementem uzupełniającym lasera jest układ światłowodów, które są przeznaczone do stosowania w leczeniu śródmiąższowym. W przypadku chorób dermatologicznych, tj. zmian skórnych/powierzchnowych, ważne jest równomierne pokrycie leczonej zmiany na całej powierzchni. W tym przypadku stosuje się soczewki, które pozwalają wiązce światła rozszerzać się i precyzyjnie pokrywać cały obszar.



Rys. 1. Poszczególne elementy lasera

Ośrodek czynny lasera

Ośrodek wzmocnienia jest jednym z trzech głównych elementów lasera. Zadaniem ośrodka jest wzmocnienie światła w procesie emisji wymuszonej. Rolę ośrodka mogą pełnić różne elementy. Mogą to być ciała stałe, gazy lub ciecze. Jako ciało stałe rolę ośrodka wzmacniającego mogą pełnić: kryształ, różne rodzaje włókien lub szkło. Odpowiednikiem gazowym jest zwykle gaz cząsteczkowy, jonowy lub atomowy. Z kolei pewien rodzaj barwnika jest najczęściej stosowany jako ciecz. Cały obszar ośrodka wzmocnienia znajduje się w obszarze rezonatora optycznego.

Układ pompujący

Układ pompujący laser dostarcza energię do ośrodka czynnego, działanie lasera zachodzi w ośrodku czynnym w odpowiednich warunkach, tj. kwantowe wzmocnienie (reprodukcja) fotonów, a układ optyczny umożliwia dobór odpowiednich fotonów.

Rezonator optyczny

Region rezonatora optycznego to zespół dwóch luster w jednej linii. Umieszczone źródło generuje energię za pomocą prądu elektrycznego lub promieniowania świetlnego, które pobudza ośrodek wzmocnienia. W rezonatorze optycznym emitowane promieniowanie jest odbijane i wielokrotnie przepuszczane przez ośrodek wzmacniający, który generuje wymuszoną emisję fotonów. Proces ten wytwarza wysoce monochromatyczne i jednokierunkowe światło. Część tego światła przechodzi przez wnękę jednego ze zwierciadeł i jest częściowo przepuszczana.

W terapii fotodynamicznej stosuje się wiele typów laserów. Należą do nich lasery barwnikowe, lasery argonowe, lasery półprzewodnikowe i lasery diodowe. Ten ostatni typ jest najczęściej używanym typem lasera. Rys. 1 przedstawia strukturę lasera i jego poszczególne elementy.

Jednym z najczęściej wykorzystywanych laserów jest laser CO₂, w którym ośrodkiem czynnym jest dwutlenek węgla. Stąd też pełni on funkcję źródła energii świetlnej. W medycynie, głównie w leczeniu trądziku powszechne jest stosowanie frakcyjnego lasera CO₂ [4]. Laser CO₂ posiada zdolność kumulowania wysokich poziomów energii na małym obszarze. Dlatego też bardzo często wykorzystywany jest w stomatologii, w leczeniu danych obszarów zębów i dziąsła. Z kolei w medycynie estetycznej wykorzystuje się takie lasery jak: potasowo-tytanowo-fosforanowy, Nd-Yag (neodymowo-yagowy), czy pulsacyjny laser barwnikowy.

W dermatologii do redukcji trądziku wykorzystuje się pulsacyjny laser barwnikowy, który oddziałuje na naczynia krwionośne skóry właściwej i zwiększa stężenie transformującego czynnika wzrostu (TGF)-β, co hamuje proliferację keratynocytów i kończy procesy zapalne; jednocześnie indukowana jest produkcja kolagenu, co poprawia wygląd blizn potrądzikowych [5].

Z kolei laser neodymowo-yagowy (Nd:YAG) wpływa na wydzielanie sebum poprzez niszczenie gruczołów łojowych. Dodatkowo zmniejsza warstwę rogową naskórka oraz nabłonek okołomieszkowy, a także przyczynia się do zmniejszenia produkcji cytokin zapalnych, takich jak in-

terleukina-8, metaloproteinaza macierzy-9, receptor typu Toll (TLR)-2, czynnik jądrowy kappa B i czynnik martwicy nowotworu α. W medycynie wykorzystywany jest również laser diodowy. Wpływa on nie tylko na przebudowę skóry właściwej, ale może regulować również pracę gruczołów łojowych w celu leczenia i niwelowania różnego rodzaju zmian skórnych. W literaturze istnieją dowody umiarkowanego wpływu lasera diodowego na poprawę skórnych stanów zapalnych [5].

Podsumowanie

Fototerapia jest bezpieczną i skuteczną metodą leczenia w przypadku wielu schorzeń. Jednak jej główne zastosowanie jest wyraźnie widoczne na oddziałach dermatologicznych. Zastosowanie i dobór odpowiedniego lasera jest niezwykle ważne i wymaga rozważenia przez lekarzy i całego zespołu ważnych aspektów. Warto podkreślić, iż fototerapia wiąże się z pewnymi skutkami ubocznymi jak: poparzenia, przebarwienia, obrzęki, nadmierna wrażliwość na światło, czy bóle i zawroty głowy. Z kolei do ograniczeń fototerapii można zaliczyć niepełną dostępność niektórych laserów, czas czy częstotliwość zabiegów, którym pacjent musi zostać poddany. Przyjmuje się, iż nowoczesna fototerapia stosowana jest od ponad 50 lat. Nie ma przeciwwskazań co do łączenia jej z innymi metodami leczenia, np. z takimi, które wymagają zaaplikowania leków biologicznych czy inhibitorów. Nadrzędnym czynnikiem fototerapii (jak i innych metod terapeutycznych) zawsze powinno być bezpieczeństwo i dobór jak najlepszej ścieżki leczenia dla pacjenta.

Literatura

- [1] Correia JH, Rodrigues JA, Pimenta S, Dong T, Yang Z. Photodynamic Therapy Review: Principles, Photosensitizers, Applications, and Future Directions. *Pharmaceutics*. 2021 Aug 25;13(9):1332. doi: 10.3390/pharmaceutics13091332.
- [2] Aebisher D, Czech S, Dynarowicz K, Misiotek M, Komosińska-Vashev K, Kawczyk-Krupka A, Bartusik-Aebisher D. Photodynamic Therapy: Past, Current, and Future. *Int J Mol Sci*. 2024 Oct 21;25(20):11325. doi: 10.3390/ijms252011325.
- [3] Kim MM, Darafsheh A. Light Sources and Dosimetry Techniques for Photodynamic Therapy. *Photochem Photobiol*. 2020 Mar;96(2):280-294. doi: 10.1111/php.13219.
- [4] Kurz B, Berneburg M, Bäuml W, Karrer S. Phototherapy: Theory and practice. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2023 Aug;21(8):882-897. doi: 10.1111/ddg.15126.
- [5] Li MK, Liu C, Hsu JTS. The Use of Lasers and Light Devices in Acne Management: An Update. *Am J Clin Dermatol*. 2021 Nov;22(6):785-800. doi: 10.1007/s40257-021-00624-5.

Dr hab. n. med. prof. UR David Aebisher¹, mgr inż. Klaudia Dynarowicz²

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

2 – Zakład Biochemii i Chemii Ogólnej, Instytut Nauk Medycznych, Kolegium Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski

Inkubatory CO₂ do hodowli komórkowych

Magdalena Szpunar, David Aebisher, Dorota Bartusik-Aebisher

Każda osoba pracująca z hodowlami komórkowymi, potrzebuje inkubatora. Naukowcy pracujący w tej dziedzinie to zarówno badacze w laboratoriach akademickich i rządowych, jak i pracownicy biotechnologii, przemysłu farmaceutycznego lub produkcyjnych, a także w tych laboratoriach, w których wytwarzane są produkty lecznicze inżynierii i terapii zaawansowanej.

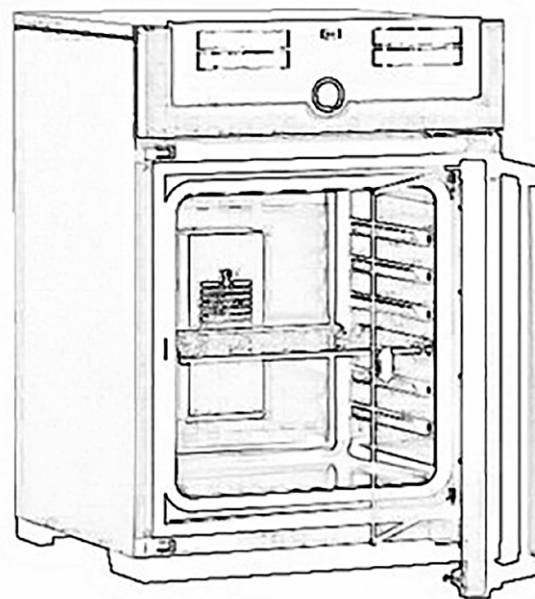
Inkubator do hodowli komórkowych (rys. 1.) przeznaczony jest do utrzymywania stałej temperatury i wysokiej wilgotności w celu wzrostu komórek hodowli tkankowej w atmosferze CO₂ [2].

Czynnikami mającymi decydujące znaczenie dla hodowli komórkowej są parametry takie jak: temperatura, poziom CO₂ oraz wilgotność powietrza. Typowe ustawienia temperatury wahają się od 4°C do 50°C, a stężenie CO₂ od 0,3 do 19,9%. W inkubatorze CO₂ panuje atmosfera zbliżona do atmosfery naturalnej, co umożliwia rozwój hodowli komórkowych i tkankowych. Taka forma hodowli żywych organizmów jest określana mianem hodowli „in vitro”.

Temperatura w inkubatorach może być kontrolowana przez płaszczyznę powietrzną, płaszczyznę wodną i przez bezpośrednie ogrzewanie. Zwykle jest ona kontrolowana przez łaźnię wodną, która krąży przez ściany szafki (inkubator CO₂ z płaszczyzną wodną) lub przez węzownice elektryczne, które emitują promieniowanie ciepłe. Niektóre jednostki obejmują również chłodzenie. Wilgotność względna jest utrzymywana na poziomie 95-98% przez system rozpylacza lub zbiornik na wodę.

Istnieją dwa podstawowe typy inkubatorów: inkubatory suche i inkubatory wilgotne CO₂. Suche inkubatory są bardziej ekonomiczne, ale wymagają inkubacji kultur komórkowych w zamkniętych kolbach, aby zapobiec parowaniu. Umieszczenie naczynia z wodą w suchym inkubatorze może zapewnić pewną wilgotność, ale nie pozwala na precyzyjną kontrolę warunków atmosferycznych w inkubatorze. Inkubatory wilgotne CO₂ są droższe, ale umożliwiają lepszą kontrolę warunków hodowli. Mogą być używane do inkubacji komórek hodowanych na szalkach Petriego lub płytkach wielodołkowych, które wymagają kontrolowanej atmosfery o wysokiej wilgotności i zwiększonego wykorzystania CO₂.

Celem inkubatora jest zapewnienie odpowiedniego środowiska do wzrostu komórek. Inkubator powinien być wystarczająco duży dla potrzeb laboratorium, mieć wymuszony obieg powietrza i powinien mieć kontrolę temperatury w zakresie ±0,2°C. Inkubatory ze stali nierdzewnej



Rys. 1. Schemat inkubatora CO₂ do hodowli komórkowych

umożliwiają łatwe czyszczenie i zapewniają ochronę przed korozją, zwłaszcza jeśli do inkubacji wymagane jest wilgotne powietrze. Częste czyszczenie inkubatora jest niezbędne, aby uniknąć zanieczyszczenia hodowli komórkowych.

Wnętrza ze stali nierdzewnej odpornej na korozję są standardem, ale niektóre nowsze modele mają powierzchnię z miedzi przeciwdrobnoustrojowej, aby zapobiec zanieczyszczeniu. Kolejną nową i atrakcyjną funkcją dostępną w inkubatorach CO₂ jest automatyczna dekontaminacja za pomocą ciepła lub światła UV. Funkcje inkubatorów do hodowli komórkowych, takie jak programowalne elementy sterujące chronione hasłem, alarmy temperatury, alarmy CO₂ i alarmy otwarcia drzwi, czujniki przewodnictwa cieplnego (TC) i czujniki IR zwiększają wygodę i bezpieczeństwo użytkownika.

Główne obszary zastosowań to medycyna, przemysł farmaceutyczny i dziedziny pokrewne, między innymi jest to: inżynieria tkankowa, zapłodnienie metodą *in vitro* czy tworzenie bioczułników.

Dla komórek ssaków optymalną temperaturą wzrostu jest 37°C, ale ze względu na to, że wyższa temperatura jest bardzo szkodliwa, dla bezpieczeństwa ustawia się temperaturę ok. 36,5°C. Komórki skóry i jąder hoduje się w nieco niższym zakresie temperatur (34–36 °C). Komórki ptaków



Foto: Freepik

najlepiej rosną w temperaturze ok. 39°C. Większość ssaczycy linii komórkowych utrzymuje się z zakresie 36-37°C dla optymalnego wzrostu. Komórki owadzie są hodowane w temperaturach od 27°C do 30°C. Powyżej 30°C żywotność i liczba komórek owadzych zmniejsza się, a komórki nie wracają do zdrowia nawet po powrocie do 27°C. Linie komórkowe ptaków wymagają 38,5°C do maksymalnego wzrostu. Linie komórkowe pochodzące od zwierząt zimnokrwistych (np. płazów, ryb zimnowodnych) tolerują szeroki zakres temperatur od 15°C do 26°C, są hodowane w temperaturze pokojowej lub w inkubatorach chłodzonych wodą.

Hodowla komórek *in vitro* pozwala na ścisłą kontrolę warunków środowiska, możliwość bezpośredniego eksperymentowania na komórkach i powtarzalność wyników hodowli.

Wykorzystanie hodowli komórkowych jest bardzo ważne między innymi w procesie testów nowych zsyntezowanych leków, badaniach nad rakiem, jak również w badaniach z wykorzystaniem komórek macierzystych. W procesie kancerogenezy w wyniku niestabilności genomu i stanu zapalnego dochodzi do zakłócenia cyklu komórkowego i w wyniku mutacji do przemiany zdrowej komórki aż do powstania nowotworu. We wczesnych etapach dochodzi do utraty polarności i oderwania się komórek od

naturalnej błony podstawowej w wyniku czego tworzą one odrębne struktury. Hodowle komórkowe *in vitro* prowadzone w warunkach sterylnych to najczęstszy proces stosowany we współczesnych technikach laboratoryjnych. Hodowle komórkowe 2D prowadzone w warunkach laboratoryjnych pomimo, że dostarczają wielu informacji, nie odzwierciedlają podstawowych cech guza. Aby odtworzyć mikro środowisko guza, w nauce rozwinęła się hodowla 3D komórek nowotworowych. Dzięki czemu możliwe jest odzwierciedlenie warunków *in vivo*, gdzie dodatkowo występuje złożony i dynamiczny proces komunikacji na linii komórka-komórka oraz interakcji komórka-macierz.

Hodowle komórkowe umożliwiają rozwój takich dziedzin nauki jak biotechnologia, biofarmacja, czy toksykologia. Coraz częściej wykorzystuje się hodowle komórkowe w badaniach w farmacji do badań nad oceną wchłaniania leków oraz oceny toksyczności oraz przewidywania właściwości. Wyizolowanie i hodowanie różnego rodzaju komórek umożliwia rozwój różnego rodzaju badań naukowych, z racji na rzeczywiste podobieństwo do żywego organizmu. Obecnie stosowane są dwie metody hodowli komórek: metoda dwuwymiarowa (2D) oraz trójwymiarowa (3D). W klasycznej hodowli komórkowej 2D komórki namnażają się monowarstwowo na wcześniej przygotowanym podłożu. Metoda hodowli 2D posiada wiele ograniczeń, nie pozwala na pełną kontrolę wzrostu oraz różnicowanie komórek.

W hodowli komórek niezwykle istotną rolę odgrywa zastosowana pożywka, ponieważ dostarcza komórkom niezbędnych substancji odżywczych, czynników wzrostu i hormonów, a oprócz tego dzięki zawartości antybiotyku chroni komórki oraz reguluje pH. Tempo wzrostu zazwyczaj jest logarytmiczne, aby uzyskać taką fazę wzrostu, należy pasażować komórki regularnie, po osiągnięciu przez hodowlę ok. 80% konfluencji oraz przenosić je do sterylnych butelek ze świeżą pożywką. W przypadku pasażowania komórek adherentnych, po usunięciu medium wykorzystywanego do hodowli, najczęściej warstwę komórek poddaje się „trypsynizacji” Po przemyciu monowarstwy np. 0,9% NaCl, dodaje się 0,25% roztwór trypsyny z EDTA odpowiedniej ilości. Następnie komórki poddaje się inkubacji w warunkach takich jak są stosowane przy hodowli, po około 3, 5 minutach pod kontrolą pod mikroskopem. Następnie do medium hodowlanego w odpowiedniej objętości dodaje się zawiesinę komórek, którą następnie po wymieszaniu, można przenieść do nowych, jałowych naczyń hodowlanych.

Literatura

- [1] Stanisława Stokłosowa: Hodowla komórek i tkanek. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2006, s 10-12.
- [2] Stanisława Stokłosowa: Hodowla komórek i tkanek. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2006, s 47-48.

Mgr inż. Magdalena Szpunar, dr hab. n. med. prof. UR David Aebisher, dr hab. n. med. inż. prof. UR Dorota Bartusik-Aebisher

Kolegium Nauk Medycznych, Uniwersytet Rzeszowski

Warsaw Medical Expo 2026 – serce innowacji medycznych bije w Nadarzynie

Warsaw Medical Expo to jedno z najważniejszych wydarzeń branży medycznej w Europie Środkowo-Wschodniej, które co roku przyciąga tysiące specjalistów, producentów oraz innowatorów z całego świata. Najbliższa edycja odbędzie się w dniach 1-3 września 2026 roku w nowoczesnym centrum targowo-kongresowym Ptak Warsaw Expo w Nadarzynie pod Warszawą. To miejsce, które na kilka dni zamieni się w przestrzeń pełną przełomowych technologii, inspirujących spotkań i biznesowych możliwości.

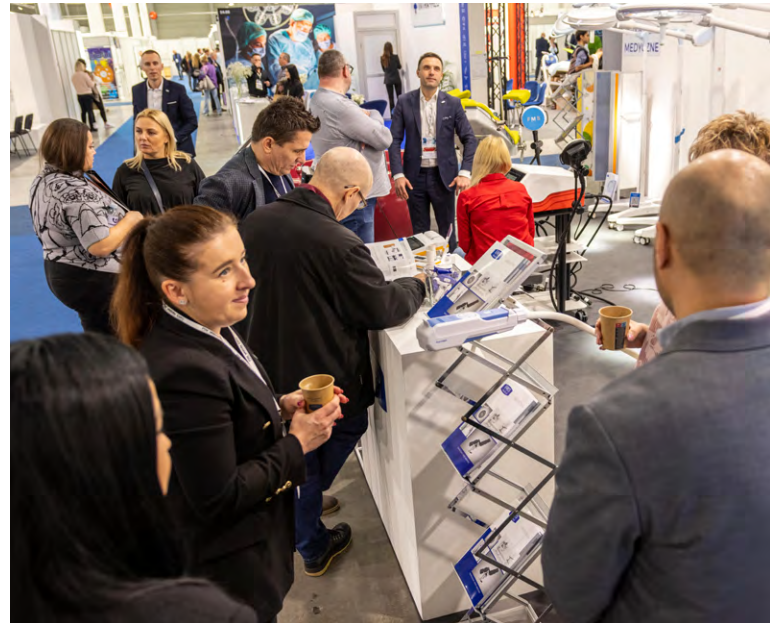
Targi Warsaw Medical Expo to nie tylko prezentacja najnowszego sprzętu medycznego, ale przede wszystkim platforma wymiany wiedzy i doświadczeń. Wystawcy zaprezentują innowacyjne rozwiązania z zakresu diagnostyki, rehabilitacji, wyposażenia placówek medycznych oraz technologii cyfrowych wspierających sektor zdrowia. Uczestnicy będą mieli okazję zapoznać się z najnowszymi trendami, które już dziś kształtują przyszłość medycyny, od sztucznej inteligencji w diagnostyce, po automatyzację procesów leczenia i zarządzania placówkami.

Integralną częścią wydarzenia są konferencje i panele dyskusyjne prowadzone przez ekspertów, lekarzy oraz liderów branży. To doskonała okazja, aby zdobyć praktyczną wiedzę, poszerzyć kompetencje oraz nawiązać wartościowe kontakty biznesowe. Program merytoryczny obejmuje zarówno tematy kliniczne, jak i aspekty zarządzania w ochronie zdrowia, co czyni wydarzenie atrakcyjnym dla szerokiego grona odbiorców.

Warsaw Medical Expo to także przestrzeń dla startupów oraz firm rozwijających nowoczesne technologie medyczne. Dynamicznie rozwijający się sektor medtech znajduje tu idealne warunki do prezentacji swoich rozwiązań, pozyskania partnerów oraz inwestorów. Dzięki obecności przedstawicieli różnych segmentów rynku możliwe jest realne budowanie współpracy i wdrażanie innowacji w praktyce.

Nie bez znaczenia jest również międzynarodowy charakter targów. Uczestnictwo firm i delegacji z różnych krajów sprawia, że wydarzenie staje się globalnym hubem innowacji medycznych. To idealne miejsce do budowania relacji, poszukiwania partnerów biznesowych oraz eksplorowania nowych rynków. Networking na taką skalę to szansa, której nie można przecenić. Wiele kluczowych współprac zaczyna się właśnie podczas takich spotkań.

Warto podkreślić, że Warsaw Medical Expo to wydarzenie, które łączy świat nauki, biznesu i praktyki medycznej.



Dzięki temu uczestnicy mają dostęp do kompleksowej wiedzy oraz realnych rozwiązań, które mogą wdrożyć w swoich organizacjach. To nie tylko targi, to impuls do rozwoju i przestrzeń, w której rodzą się przyszłe standardy opieki zdrowotnej.

Dzięki swojej skali i profesjonalnej organizacji, Warsaw Medical Expo umacnia swoją pozycję jako jedno z kluczowych wydarzeń branżowych w Europie. Każda edycja przyciąga coraz większe grono odwiedzających, co świadczy o rosnącym znaczeniu targów i ich wpływie na rozwój sektora medycznego. To wydarzenie, które realnie kształtuje kierunki zmian w branży i wyznacza nowe standardy jakości.

Targi Warsaw Medical Expo to targi nowoczesnej medycyny, innowacyjnych technologii i realnych możliwości biznesowych. Wydarzenie, które wyznacza kierunki rozwoju branży. To data, którą warto zapisać w swoim kalendarzu, bo jeśli działasz w sektorze medycznym, nie może cię tam zabraknąć.

Data i miejsce: 1-3 września 2026 r., Ptak Warsaw Expo, Nadarzyn k. Warszawy

Godziny otwarcia: 10:00-17:00

Dojazd: Bezpłatny parking i dogodny dojazd z Warszawy (linie 703 i 711)

Rejestracja: Rejestracja online zapewnia bezpłatny bilet wstępu

SALMED CONNECT 2026 – ostatnia szansa na rejestrację na wydarzenie dla branży medycznej

Zbliża się SALMED CONNECT 2026 – Międzynarodowe Targi Sprzętu i Wyposażenia Medycznego, które odbędą się 19–20 maja 2026 roku w Poznaniu Congress Center. To już ostatnie dni na rejestrację – udział w wydarzeniu jest bezpłatny po wcześniejszym zgłoszeniu online.

SALMED CONNECT to jedno z kluczowych wydarzeń branży medycznej w Polsce, które w nowej formule jeszcze silniej koncentruje się na dialogu pomiędzy biznesem, medycyną i technologią. Wydarzenie gromadzi kadrę zarządzającą placówkami medycznymi, decydentów, ekspertów oraz dostawców rozwiązań, tworząc przestrzeń do rozmów o realnych wyzwaniach i kierunkach rozwoju sektora ochrony zdrowia.

Centralnym elementem targów pozostaje strefa wystawiennicza, w której zaprezentowane zostaną nowoczesne technologie, sprzęt medyczny oraz rozwiązania cyfrowe wspierające funkcjonowanie placówek ochrony zdrowia. Równolegle realizowany będzie rozbudowany program merytoryczny, przygotowany we współpracy z partnerami branżowymi i ekspertami rynku.

Program wydarzenia obejmuje aktualne i praktyczne tematy związane z funkcjonowaniem systemu ochrony zdrowia. Wśród nich znajdują się m.in.:

- bezpieczeństwo placówek medycznych oraz organizacja pracy szpitali;
- wykorzystanie sztucznej inteligencji w procesach zakupowych i zarządczych;
- cyberbezpieczeństwo oraz zgodność regulacyjna wyrobów medycznych i systemów IT;
- wdrażanie technologii w praktyce – od potrzeby do działającego rozwiązania;
- analityka danych i narzędzia wspierające decyzje zarządcze;



- inwestycje, rozwój infrastruktury i finansowanie ochrony zdrowia;
- nowoczesne podejście do profilaktyki i zarządzania zdrowiem.

W programie znalazły się również nowe, aktualnie rozwijane obszary tematyczne, takie jak jakość leczenia i rola niezależnego audytu w całym łańcuchu producent–operator–pacjent, praktyczne aspekty wdrażania rozwiązań opartych na AI z uwzględnieniem wymogów regulacyjnych, a także zagadnienia związane z cyfryzacją, integracją systemów i wykorzystaniem danych w zarządzaniu placówkami medycznymi.

Istotnym elementem wydarzenia będą także sesje poświęcone realnym doświadczeniom kadry zarządzającej – prezentujące konkretne wdrożenia, wyzwania organizacyjne oraz wnioski z praktyki funkcjonowania placówek medycznych. Program obejmuje również tematykę dobrostanu personelu medycznego, w tym zagadnienia związane z wypaleniem zawodowym lekarzy.

SALMED CONNECT 2026 to wydarzenie o wyraźnie biznesowym i eksperckim charakterze, sprzyjające nawiązywaniu relacji oraz wymianie wiedzy pomiędzy przedstawicielami różnych segmentów rynku. Uczestnikami są osoby odpowiedzialne za decyzje zakupowe, wdrażanie technologii oraz zarządzanie placówkami ochrony zdrowia.

To ostatni moment, aby dołączyć do grona uczestników i wziąć udział w wydarzeniu, które łączy wiedzę, doświadczenie i praktyczne podejście do rozwoju sektora ochrony zdrowia.

- **19–20 maja 2026**
- **Poznań Congress Center**
- **Rejestracja na wydarzenie: www.salmed.pl**



Rehabilitacja 2026 – kluczowe targi dla branży medycznej i technologii zdrowia

Targi Rehabilitacja 2026 to jedno z najważniejszych wydarzeń dla branży medycznej, fizjoterapeutycznej oraz technologii medycznych w Polsce i Europie Środkowo-Wschodniej. Kolejna edycja odbędzie się w dniach od 29 września do 1 października 2026 roku w Ptak Warsaw Expo w Nadarzynie, gromadząc tysiące specjalistów z kraju i zagranicy. W wydarzeniu wezmą udział lekarze, fizjoterapeuci, rehabilitanci, przedstawiciele ośrodków medycznych oraz producenci sprzętu i nowoczesnych rozwiązań technologicznych.

Rosnące znaczenie targów rehabilitacyjnych w Polsce

Znaczenie targów z roku na rok wyraźnie rośnie, co potwierdzają wyniki poprzedniej edycji. W 2025 roku wydarzenie przyciągnęło blisko 10 tysięcy uczestników, a swoją ofertę zaprezentowało ponad 200 marek na powierzchni 25 000 metrów kwadratowych. Tak duża skala pokazuje, że targi rehabilitacyjne w Ptak Warsaw Expo stały się kluczowym punktem spotkań dla całego środowiska medycznego i fizjoterapeutycznego.

Nowoczesna rehabilitacja i technologie medyczne

Targi Rehabilitacja to nie tylko przestrzeń wystawiennicza, ale przede wszystkim miejsce, w którym spotykają się nauka, praktyka i biznes. Uczestnicy mają okazję zapoznać się z najnowszymi rozwiązaniami w zakresie rehabilitacji, fizjoterapii oraz sprzętu medycznego, a także obserwować kierunki rozwoju całej branży. Szczególną rolę odgrywają innowacje technologiczne, w tym rozwój sztucznej inteligencji, telemedycyny i robotyki, które coraz częściej wspierają proces leczenia i powrotu pacjentów do sprawności.

Konferencje i Międzynarodowe Forum Rehabilitacji

Integralnym elementem wydarzenia jest bogaty program merytoryczny. Międzynarodowe Forum Rehabilitacji w zeszłym roku przyciągnęło wielu wybitnych ekspertów i liderów opinii, którzy podzielili się wiedzą i swoim doświadczeniem. Podczas poprzedniej edycji szczególnym zainteresowaniem cieszyły się tematy związane z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w terapii oraz nowoczesnymi metodami leczenia. W 2026 roku można spodziewać się dalszego rozwoju tych obszarów oraz jeszcze większego nacisku na personalizację terapii i interdyscyplinarne podejście do pacjenta. Tegorocznym partnerem targów i konferencji będzie Polskie Centrum Badań i Certyfikacji, a kolejne partnerstwa oraz konferencje będą sukcesywnie ogłaszane w nadchodzącym czasie.



Międzynarodowy charakter i networking

Istotnym wyróżnikiem targów jest ich międzynarodowy charakter, który sprzyja budowaniu relacji i wymianie doświadczeń na globalnym poziomie. W wydarzeniu uczestniczą firmy oraz eksperci z wielu krajów, co pozwala na poznanie najnowszych trendów oraz rozwiązań stosowanych w różnych systemach ochrony zdrowia. Targi stanowią także doskonałą przestrzeń do nawiązywania kontaktów biznesowych, poszukiwania partnerów oraz prezentacji nowych produktów i usług.

Dlaczego warto odwiedzić Targi Rehabilitacja 2026

Uczestnictwo w wydarzeniu to nie tylko możliwość poznania najnowszych trendów, ale także szansa na rozwój zawodowy i zdobycie praktycznej wiedzy. Targi łączą świat nauki, medycyny i biznesu, tworząc przestrzeń sprzyjającą rozwojowi całej branży oraz realnym wdrożeniom innowacyjnych rozwiązań. Dla wielu uczestników jest to także okazja do zdobycia inspiracji oraz poznania nowych kierunków rozwoju branży.

Rehabilitacja 2026 – wydarzenie, którego nie można przegapić

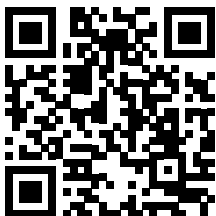
Rehabilitacja 2026 zapowiada się jako jeszcze bardziej innowacyjne i kompleksowe wydarzenie. Rosnące znaczenie profilaktyki zdrowotnej, dynamiczny rozwój technologii oraz potrzeba skutecznych metod leczenia sprawiają, że targi rehabilitacyjne w Warszawie stają się obowiązkowym punktem dla wszystkich, którzy chcą być na bieżąco z najnowszymi trendami w medycynie i fizjoterapii.

Więcej informacji o wydarzeniu oraz szczegóły dotyczące udziału dostępne są na stronie internetowej.

<https://targirehabilitacja.pl/>



zarejestruj się



REHABILITACJA

33. EDYCJA

MIĘDZYNARODOWE TARGI REHABILITACJI I FIZJOTERAPII

29 | 09-01 | 10 | 2026

PARTNERZY TARGÓW I KONFERENCJI:



POLSKIE CENTRUM
BADAN I CERTYFIKACJI



Krajowa
Izba
Targowa



PATRONI MEDIALNI:

AGENCJA WYDAWICZA
MEDSPORTPRESS Sp. z o.o.

MEDYCYNĄ
SPORTOWĄ
Polish Journal of Sports Medicine

Ortopedia
Traumatologia
Rehabilitacja

WYROBY
medyczne

PHILIPS



Integracja danych

Wszystkie informacje tam gdzie ich potrzebujesz

Systemy monitorowania pacjentów Philips to nie tylko kardiomonytory. Dostarczamy rozwiązania integrujące dane wokół pacjenta i pochodzące z urządzeń różnych producentów, takich jak kardiomonytory, aparaty do znieczulania, respiratory czy pompy infuzyjne, pozwalając stworzyć pełny obraz stanu pacjenta. Inteligentne zestawienie dostępnych informacji przyspiesza interpretację pomiarów oraz ułatwia podejmowanie trudnych decyzji klinicznych. Zaawansowane algorytmy Philips są w stanie wykryć nawet subtelne zmiany stanu pacjenta, umożliwiając szybką reakcję i optymalizację terapii.

Integracja danych z wielu urządzeń medycznych z systemami szpitalnymi (m.in. HIS) znacznie usprawnia pracę, pozwala szpitalom na optymalizację kosztów leczenia, redukując czas personelu poświęcany uzupełnianiu dokumentacji oraz oddając go na prowadzenie terapii pacjenta.



Dowiedz się w jaki sposób nowoczesne rozwiązania Philips usprawniają pracę w szpitalu.