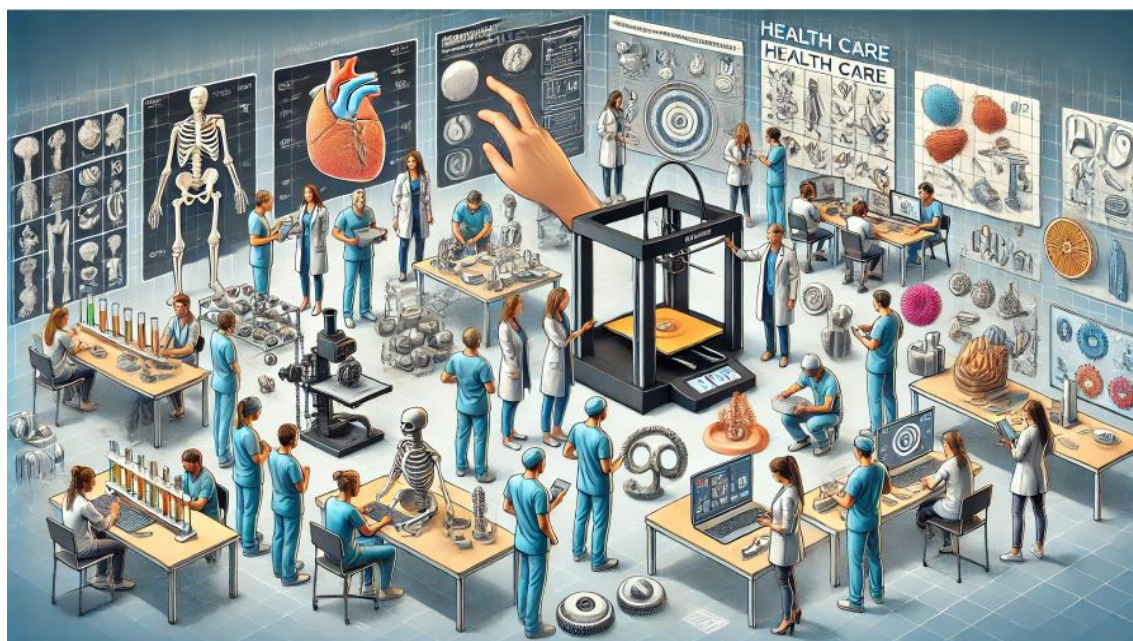




Modele partycypacji skoncentrowanej na pacjencie w implementacji narzędzi cyfrowego zdrowia opartych na druku 3D

Przewodnik dla kształcenia i szkolenia zawodowego (VET)



Bonifraterskie
Centrum Medyczne



Co-funded by
the European Union

Niniejsze dzieło jest objęte licencją CC BY-NC-SA 4.0

Training Educational Course on innovative HEALTHcare technologies.

KA210-VET - Small-scale partnerships in vocational education and training (KA210-VET).

Project Number: 2024-1-PL01-KA210-VET-000243362

Co-Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the Foundation for the Development of the Education System (FRSE). Neither the European Union nor FRSE can be held responsible for them.



Fundación
San Juan de Dios
Madrid

Gemma Escobar Aguilar

María Simarro González

Manuel Lara Romero

Pedro Chana Valero



SPIS TREŚCI

1. Definicja opieki skoncentrowanej na pacjencie.....	2
2. Udział pacjenta w zdrowiu cyfrowym	3
3. Udział pacjenta w technologiach wspomagających tworzonych z wykorzystaniem druku 3D.....	4
4. Modele partycypacji pacjenta w technologiach wspomagających opartych na druku 3D.....	5
5. Strategie integracji udziału pacjenta: design thinking	6
6. Studia przypadków	8
7. Wyzwania i rozwiązania	10
8. Bibliografia	12



1. Definicja opieki skoncentrowanej na pacjencie

Udział pacjenta stanowi istotne partnerstwo między pacjentami a pracownikami ochrony zdrowia, w którym obie strony współpracują w celu osiągnięcia najlepszego możliwego wyniku zdrowotnego (1).

Tradycyjny model świadczenia usług zdrowotnych, w którym pacjent postrzegany jest jako bierny element i odbiorca opieki, jest niewystarczający do sprostania wyzwaniom sektora ochrony zdrowia (2). Aby przezwyciężyć niedoskonałości systemu, konieczne jest przyjęcie bardziej partycypacyjnego, oddolnego i otwartego podejścia. Aktywny udział pacjentów, ich rodzin oraz społeczności w całym procesie decyzyjnym – od identyfikacji potrzeb po wdrażanie rozwiązań – jest wyraźnie powiązany z sukcesem w opracowywaniu rozwiązań w zakresie zdrowia i dobrostanu (2,3).

Udział pacjenta w opiece zdrowotnej jest procesem aktywnym i wielowymiarowym, który obejmuje ścisłą współpracę między pacjentami a pracownikami ochrony zdrowia. Proces ten ma na celu wzmocnienie pozycji pacjentów poprzez zapewnienie im wiedzy, umiejętności oraz pewności siebie niezbędnych do podejmowania świadomych decyzji dotyczących ich zdrowia. Dzięki podejściu skoncentrowanemu na pacjencie system opieki zdrowotnej dostosowuje się do unikalnych potrzeb i preferencji każdej osoby, zapewniając jej aktywny udział w procesie leczenia (4).

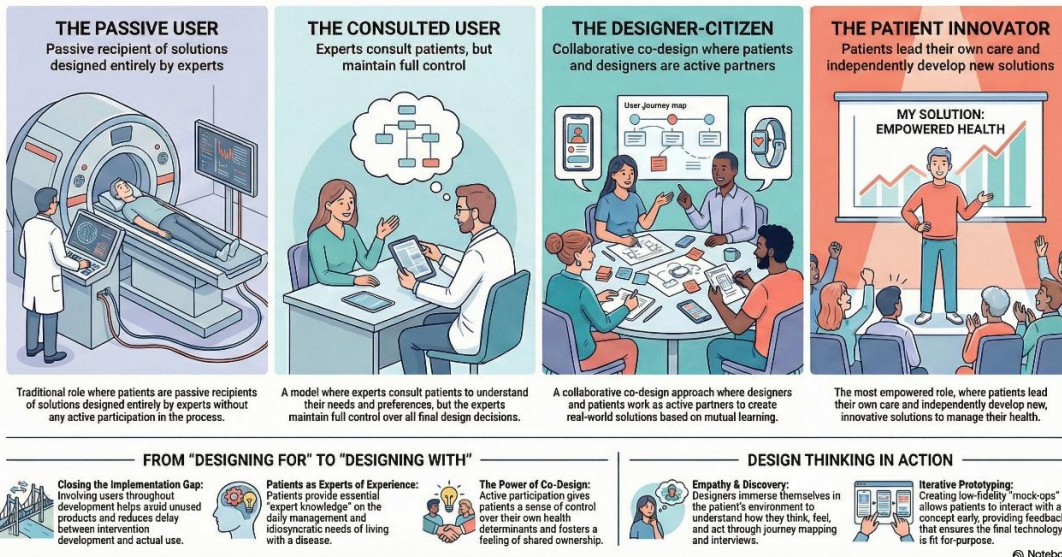
Jednym z podstawowych filarów udziału pacjenta jest wspólne podejmowanie decyzji (shared decision-making), które umożliwia bezpośrednią współpracę między pacjentem a personelem medycznym w celu wspólnego wyboru najbardziej odpowiednich opcji terapeutycznych. Podejście to nie tylko poprawia jakość opieki, ale także wzmacnia autonomię pacjenta oraz jego satysfakcję z procesu leczenia (5).

Udział pacjenta przejawia się również w promowaniu zachowań sprzyjających zdrowiu oraz w aktywnym samodzielnym zarządzaniu chorobami przewlekłymi. Poprzez proaktywne zaangażowanie pacjentów w dbanie o własne zdrowie możliwe jest lepsze zarządzanie chorobą oraz promowanie zdrowego stylu życia, co może pozytywnie wpływać na wyniki kliniczne. To podejście oparte na współpracy nie tylko wzmacnia pacjentów, ale także znacząco przyczynia się do skuteczności i efektywności całego systemu ochrony zdrowia (6).

Obserwowana transformacja w sektorze zdrowia obejmuje przejście od pacjentów biernych do pacjentów aktywnych lub eksperckich. Ta nowa rola pacjenta oznacza, że nie jest on już jedynie nosicielem potrzeb, lecz staje się siłą napędową innowacji w sektorze ochrony zdrowia. Pacjent ekspert potrafi samodzielnie zarządzać profilaktyką i samodiagnozą oraz aktywnie współpracować z pracownikami ochrony zdrowia lub systemem opieki zdrowotnej w procesie własnego leczenia (2,7,8).

Badania wskazują, że udział pacjentów przynosi pozytywne efekty, poprawiając wyniki zdrowotne, przestrzeganie zaleceń terapeutycznych, poczucie własnej skuteczności oraz zwrot z inwestycji, a także inne korzyści, takie jak lepsze rezultaty leczenia i większa satysfakcja pacjentów. Istnieje kilka poziomów partycypacji – od konsultacji po współpracę. Gdy pacjenci uczestniczą jako równorzędni partnerzy, tworzona jest wartość, a ich wkład i współpraca są wzmacniane oraz uznawane (7,9).

The Evolution of the Patient: 4 Key Roles in the Digital Health Paradigm



2. Udział pacjenta w zdrowiu cyfrowym

W erze cyfrowej aktywny udział pacjentów redefiniuje krajobraz opieki zdrowotnej, wykazując znaczącą poprawę wyników klinicznych w różnych stanach chorobowych. Integracja technologii cyfrowych w zarządzaniu zdrowiem umożliwiła pacjentom odgrywanie bardziej aktywnej i zaangażowanej roli w procesie własnej opieki, co jest kluczowe dla optymalizacji zarówno skuteczności leczenia, jak i doświadczenia pacjenta (10).

Wysoki poziom zaangażowania pacjentów w korzystanie z rozwiązań zdrowia cyfrowego okazał się fundamentalny dla poprawy przestrzegania zaleceń terapeutycznych oraz wyników klinicznych w takich obszarach jak zaburzenia wzrostu czy interwencje chirurgiczne, w tym endoprotezoplastyka stawów i operacje kardiochirurgiczne. Ponadto aktywna partycypacja wiąże się ze zmniejszeniem liczby odwołań zabiegów oraz skróceniem czasu hospitalizacji (11).

W kontekście procedur chirurgicznych zaangażowanie pacjentów poprzez narzędzia cyfrowe nie tylko zwiększa ich satysfakcję, ale także przyczynia się do bardziej efektywnej rekonwalescencji poprzez ograniczenie ogólnego wykorzystania zasobów systemu ochrony zdrowia (12). W zarządzaniu chorobami przewlekłymi, takimi jak cukrzyca, zdrowie cyfrowe umożliwiło lepszą samokontrolę oraz bardziej konsekwentne przestrzeganie leczenia, co z kolei znacząco poprawia jakość życia pacjentów (13).

Wpływ udziału pacjentów obejmuje również obszar zdrowia psychicznego, gdzie większa interakcja z interwencjami cyfrowymi pozytywnie koreluje z lepszymi wynikami zdrowotnymi (14). Podobnie w chorobach metabolicznych, takich jak niealkoholowa tłuszczyczeniowa choroba wątroby, dobrze zaprojektowane programy zdrowia cyfrowego prowadzą do istotnej poprawy w zakresie redukcji masy ciała oraz zdrowia kardiometabolicznego (15).

Zdrowie cyfrowe wykazało również znaczące korzyści dla osób starszych z wielochorobowością, pomagając im monitorować objawy i ogólny stan zdrowia, co skutkuje zmniejszeniem zaostżeń oraz zwiększeniem aktywności fizycznej. Technologia ta nie tylko umożliwia pacjentom lepsze zrozumienie i zarządzanie swoimi schorzeniami, ale także sprzyja większej autonomii i wzmocnieniu ich roli w codziennej opiece (16).



Przedstawione przykłady podkreślają kluczowe znaczenie udziału pacjentów we wdrażaniu rozwiązań zdrowia cyfrowego. Poprzez umożliwienie pacjentom aktywnego udziału w procesie leczenia, zdrowie cyfrowe nie tylko poprawia wyniki kliniczne i efektywność terapii, ale także zwiększa ogólną satysfakcję pacjentów oraz jakość ich życia. To podejście skoncentrowane na pacjencie ukazuje transformacyjny potencjał technologii cyfrowych we współczesnej opiece zdrowotnej.

3. Udział pacjenta w technologiach wspomagających tworzonych z wykorzystaniem druku 3D

Druk 3D oferuje liczne korzyści zarówno dla pacjentów, jak i dla pracowników ochrony zdrowia. Dla personelu medycznego usprawnia planowanie i realizację zabiegów chirurgicznych, ułatwia współpracę interdyscyplinarną oraz stwarza możliwości redukcji kosztów i zwiększenia efektywności. Dla pacjentów umożliwia spersonalizowane interwencje medyczne, poprawia wyniki leczenia chirurgicznego oraz wzmacnia edukację i zaangażowanie pacjentów. Korzyści te podkreślają transformacyjny potencjał druku 3D we współczesnej opiece zdrowotnej (17).

Zaangażowanie pacjenta w kontekście medycznego druku 3D odnosi się do aktywnego procesu włączania pacjentów w podejmowanie decyzji dotyczących ich własnej opieki zdrowotnej, zwłaszcza w zakresie projektowania i wytwarzania spersonalizowanych wyrobów medycznych, takich jak protezy, ortozy czy implanty. Obejmuje to ciągłą komunikację między pacjentami a pracownikami ochrony zdrowia, aby zapewnić, że produkty wytwarzane w technologii druku 3D są dostosowane do indywidualnych potrzeb, preferencji i oczekiwań pacjenta (18).

Zaangażowanie pacjenta ma kluczowe znaczenie w medycznym druku 3D, ponieważ umożliwia personalizację leczenia na poziomie szczegółowości wcześniej nieosiągalnym, zwiększając tym samym skuteczność terapii i interwencji medycznych. W obszarze protez i ortez technologia ta pozwala na tworzenie protez kończyn oraz wsparć ortopedycznych projektowanych indywidualnie dla każdego pacjenta, zapewniając lepsze dopasowanie, funkcjonalność i komfort (19). Nie tylko poprawia to efekty estetyczne, ale także zwiększa satysfakcję pacjentów; przykładem są protezy zębowe drukowane w technologii 3D, które wykazują takie zalety jak lepsza retencja i komfort w porównaniu z rozwiązaniami konwencjonalnymi, przy czym badania wykazują, że retencja protez drukowanych w technologii 3D, zarówno na podstawie form tradycyjnych, jak i zdigitalizowanych, jest wyższa (20).

Druk 3D redefiniuje współczesną medycynę, stawiając pacjenta w centrum procesu medycznego. Przekształca abstrakcyjne dane medyczne w konkretne, spersonalizowane modele, poprawiając komunikację, zrozumienie oraz skuteczność leczenia. Ponadto druk 3D wspiera edukację i zaangażowanie pacjentów poprzez umożliwienie wizualizacji stanów chorobowych i procedur medycznych, co zwiększa ich zrozumienie leczenia; klinicyści odnotowują znaczącą poprawę w zakresie zrozumienia przez pacjentów przebiegu procedury lub choroby (21).

W kardiologii dziecięcej, na przykład, modele serca drukowane w technologii 3D stały się istotnym narzędziem. Modele te pozwalają młodym pacjentom i ich rodzinom wizualizować wady serca oraz zrozumieć konieczne procedury chirurgiczne. Technika ta nie tylko zwiększa precyzję planowania i realizacji zabiegów, ale także wzmacnia pozycję pacjentów i ich rodzin poprzez aktywne włączanie ich w proces podejmowania decyzji, pomagając im w pełni zrozumieć sytuację kliniczną oraz proponowane interwencje (22).



Podobnie w leczeniu guzów kręgosłupa modele drukowane w technologii 3D umożliwiają wizualne przedstawienie lokalizacji i rozległości guza, a także szczegółów planowanego zabiegu. Taka przejrzysta i namacalna wizualizacja znacząco zwiększa zaufanie pacjentów oraz sprzyja ich głębszemu zaangażowaniu w proces leczenia. Pacjenci mogą wchodzić w interakcję z modelami własnej anatomii, co umożliwia bardziej otwarty i szczegółowy dialog z lekarzami, a tym samym bardziej świadome i współpracujące podejmowanie decyzji (23).

W onkologii urologicznej modele prostaty drukowane w technologii 3D, wykorzystywane w robotycznie wspomaganej radykalnej prostatektomii, oferują podwójną korzyść: lepsze przygotowanie pacjenta oraz zwiększoną precyzję chirurgiczną. Modele te nie tylko edukują pacjenta w zakresie procedury chirurgicznej i anatomii, ale także wspierają chirurgów w wykonywaniu bardziej precyzyjnych i bezpiecznych zabiegów, co przekłada się na lepsze wyniki kliniczne i szybszą rekonwalescencję (24).

Personalizacja implantów i protez z wykorzystaniem druku 3D w okulistyce i chirurgii plastycznej stanowi kolejny poziom zaangażowania pacjenta. Możliwość projektowania protez idealnie dopasowanych nie tylko poprawia funkcjonalność i komfort, ale również spełnia oczekiwania estetyczne pacjentów. Zapewnia to lepszą integrację implantu z codziennym życiem pacjenta oraz znacząco zwiększa jego satysfakcję i jakość życia (25).

Poprzez dostarczanie pacjentom szczegółowej wiedzy oraz umożliwienie ich aktywnego udziału w procedurach medycznych, druk 3D sprzyja bezpieczniejszym i bardziej precyzyjnym interwencjom dostosowanym do indywidualnych potrzeb, podkreślając transformacyjny potencjał zaangażowania pacjenta w przyszłym rozwoju opieki zdrowotnej.

4. Modele udziału pacjenta w technologiach wspomagających opartych na druku 3D

W obszarze opieki zdrowotnej druk 3D wyłonił się jako kluczowy czynnik umożliwiający rozwój modeli opieki skoncentrowanej na pacjencie, szczególnie w zakresie tworzenia spersonalizowanych technologii wspomagających, które znacząco poprawiają jakość życia użytkowników. Połączenie projektowania zorientowanego na użytkownika (user-centered design) oraz technologii druku 3D kształtuje innowacyjne podejście do rozwoju technologii wspomagających. Podejście to opiera się na ciągłej interakcji pomiędzy inżynierami, projektantami, terapeutami zajęciowymi, użytkownikami końcowymi, a w niektórych przypadkach także członkami ich rodzin. Ten interaktywny proces jest kluczowy zarówno na wczesnych etapach projektowania, jak i w trakcie kolejnych iteracji, umożliwiając doskonalenie rozwiązań od poziomu koncepcyjnego do funkcjonalnych prototypów (26).

Projektowanie technologii wspomagających z wykorzystaniem druku 3D wymaga współpracy interdyscyplinarnej, w której wiedza techniczna i narzędzia inżynierskie łączą się z dogłębnym zrozumieniem potrzeb terapeutycznych i funkcjonalnych użytkownika w zakresie wykonywania codziennych aktywności. Podejście to nie tylko zwiększa funkcjonalność i dostępność opracowywanych urządzeń, ale także sprzyja personalizacji i innowacyjności rozwiązań, które rzeczywiście odpowiadają na specyficzne potrzeby użytkowników.

Podejście interdyscyplinarne nie tylko usprawnia proces rozwoju produktu, ale także zapewnia większą akceptację urządzeń wspomagających przez użytkowników, zmniejszając ryzyko ich porzucenia oraz zwiększając efektywność wykorzystania zasobów. Skoncentrowanie projektowania na użytkownika sprawia, że technologie druku 3D w obszarze wsparcia funkcjonalnego sprzyjają większej niezależności i poprawie jakości życia, czyniąc tę integrację potężnym narzędziem w rozwoju spersonalizowanej opieki zdrowotnej.



W procesie opracowywania technologii wspomagających niezwykle istotna jest integracja projektowania zorientowanego na użytkownika już od wczesnych etapów koncepcyjnych aż po finalną produkcję. Obejmuje to zastosowanie różnych technik i metod projektowych, takich jak: grupy fokusowe (focus groups), warsztaty projektowania zorientowanego na użytkownika (UCD), ankiety i kwestionariusze, badania etnograficzne oraz badania w działaniu partycypacyjnym (Participatory Action Research, PAR). Metody te umożliwiają tworzenie prototypów i produktów końcowych precyzyjnie dostosowanych do wymiarów i potrzeb użytkowników (27).

Grupy fokusowe (Focus Groups): Technika ta polega na gromadzeniu niewielkich grup pacjentów w celu omówienia i analizy ich doświadczeń oraz postrzegania otrzymanej opieki zdrowotnej. Dynamika grupowa sprzyja pogłębionej dyskusji, ujawniając potrzeby i oczekiwania, które mogą nie być widoczne w bardziej formalnych warunkach lub podczas wywiadów indywidualnych. Grupy fokusowe są szczególnie przydatne w pozyskiwaniu opinii na temat nowych usług lub modyfikacji istniejących procedur (28).

Warsztaty projektowania zorientowanego na użytkownika (User-Centered Design Workshops): Warsztaty te bezpośrednio angażują pacjentów w proces projektowania rozwiązań zdrowotnych, które ich dotyczą. Poprzez interaktywne sesje pacjenci wnoszą swoją unikalną perspektywę, co pomaga projektantom i pracownikom ochrony zdrowia tworzyć bardziej intuicyjne i dostępne rozwiązania. Bezpośrednia współpraca zapewnia, że końcowe rozwiązania są nie tylko skuteczne klinicznie, ale także akceptowane przez użytkowników końcowych (29–34).

Ankiety i kwestionariusze (Surveys and Questionnaires): Te narzędzia ilościowe dostarczają danych na temat preferencji, zachowań i satysfakcji pacjentów na dużą skalę. Są niezbędne do oceny jakości usług zdrowotnych oraz identyfikacji obszarów wymagających poprawy. Ponadto mogą być projektowane z myślą o długoterminowym monitorowaniu, umożliwiając instytucjom ochrony zdrowia analizę zmian i trendów w czasie (30, 35, 36).

Badania etnograficzne (Ethnographic Studies): Poprzez szczegółowe obserwacje i badania terenowe metodologia ta pozwala badaczom zanurzyć się w codziennym życiu pacjentów. Badania etnograficzne są szczególnie wartościowe w zrozumieniu, w jaki sposób pacjenci zarządzają swoimi schorzeniami w naturalnym środowisku, dostarczając pogłębionych wniosków, które mogą być niewidoczne w kontekście klinicznym (37).

Badania w działaniu partycypacyjnym (Participatory Action Research, PAR): PAR to podejście współpracy, w którym pacjenci nie są jedynie uczestnikami badań, lecz aktywnymi współbadaczami. Model ten sprzyja powstawaniu relacji symbiotycznej między badaczami a uczestnikami, umożliwiając opracowywanie rozwiązań, które rzeczywiście odzwierciedlają potrzeby i oczekiwania pacjentów. PAR jest szczególnie skuteczne w społecznościach, gdzie zmiany w systemie opieki zdrowotnej mogą mieć istotny wpływ kulturowy lub społeczny (38).

Wdrażanie modeli opieki skoncentrowanej na pacjencie nie tylko poprawia wyniki kliniczne, ale także sprzyja większemu zaangażowaniu pacjentów w proces własnego leczenia, co jest kluczowe w erze medycyny spersonalizowanej. Metodologie te zapewniają, że opieka zdrowotna jest nie tylko dostępna i skuteczna, ale również bardziej humanistyczna i dostosowana do indywidualnych potrzeb.



5. Strategie integracji udziału pacjenta: design thinking

Design Thinking to podejście do rozwiązywania problemów skoncentrowane na człowieku, którego celem jest generowanie innowacyjnych rozwiązań poprzez integrację potrzeb ludzi, możliwości technologicznych oraz wymagań związanych z sukcesem organizacji (39, 40). Definiuje się je jako praktyczny, współpracy oparty i iteracyjny proces, który kładzie nacisk na głęboką empatię wobec użytkownika, pracę zespołową w grupach interdyscyplinarnych oraz szybkie, ukierunkowane na działanie prototypowanie. W przeciwieństwie do tradycyjnych, liniowych podejść, Design Thinking umożliwia rozwiązywanie złożonych problemów (tzw. „Wicked problems”), dla których rozwiązania nie są oczywiste na początku procesu (41,42).

Proces Design Thinking można porównać do modelu podwójnego diamentu (double diamond), który stanowi wizualną reprezentację procesu projektowego, prowadzącą od odkrywania i definiowania problemu do opracowania i wdrożenia wartościowego rozwiązania (43). Jego struktura opiera się na naprzemiennych fazach myślenia dywergencyjnego (poszerzenie perspektywy w celu eksploracji) oraz konwergencyjnego (zawężanie perspektywy w celu podejmowania decyzji) (40,43). Model ten zazwyczaj dzieli się na dwa główne etapy („diamenty”) (40,43,44):

Pierwszy diament: właściwy problem

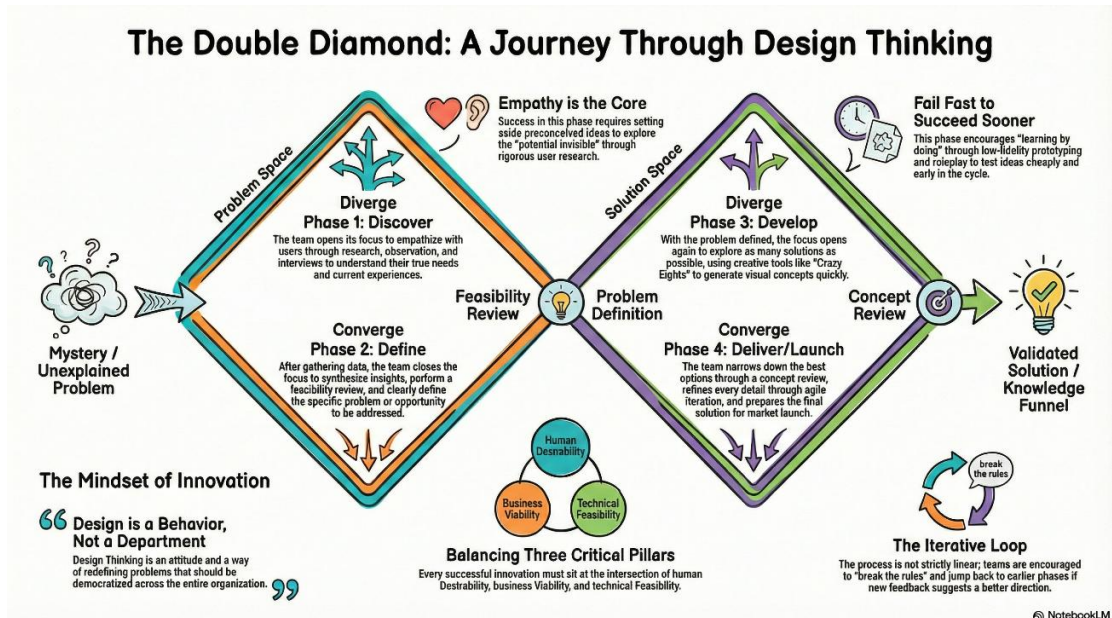
Ten etap koncentruje się na dogłębnym zrozumieniu wyzwania przed przystąpieniem do jego rozwiązania.

- **Odkrywanie (Discover – dywergencja):** Faza ta polega na poszerzeniu perspektywy w celu empatycznego zrozumienia użytkowników, gromadzenia danych oraz obserwacji ich rzeczywistości, aby uchwycić ukryte potrzeby. Na tym etapie identyfikowane są „niewiadome” lub nie do końca zdefiniowane problemy.
- **Definiowanie (Define – konwergencja):** Celem jest filtrowanie i synteza zebranych informacji w celu uzyskania jasnej definicji problemu lub wyzwania projektowego, zapewniając, że zespół pracuje nad właściwą szansą zarówno dla użytkownika, jak i organizacji.

Drugi diament: właściwe rozwiązanie

Po zdefiniowaniu problemu proces powtarza się w celu znalezienia najlepszego sposobu jego rozwiązania.

- **Rozwijanie / Ideacja (Develop/Ideate – dywergencja):** Zakres możliwości zostaje ponownie poszerzony w celu wygenerowania jak największej liczby kreatywnych rozwiązań, szybkich prototypów oraz alternatywnych koncepcji, bez ich wstępnej oceny.
- **Wdrażanie / Udoskonalanie (Launch/Refine – konwergencja):** W tej końcowej fazie następuje zawężenie opcji poprzez wybór najbardziej obiecujących pomysłów, przeprowadzanie testów z użytkownikami oraz iteracyjne dopracowywanie rozwiązań przed ich ostatecznym wdrożeniem.



Zgodnie z tym schematem proces Design Thinking obejmuje następujące etapy:

- **Empatyzacja (Empathize):** Faza ta polega na głębokim zanurzeniu się w świecie użytkownika w celu zrozumienia jego doświadczeń, emocji, motywacji i wyzwań (40,42). Wykorzystuje się narzędzia takie jak wywiady otwarte, obserwacje kontekstowe oraz mapy empatii, aby odkryć potrzeby, których użytkownicy mogą nie być w stanie sami wyrazić (40,45).
- **Definiowanie (Define):** Celem jest analiza i synteza informacji zebranych w fazie empatii w celu identyfikacji kluczowego problemu (42). Wyzwanie jest sformułowane z perspektywy użytkownika, tworząc jasne, konkretne i możliwe do działania sformułowanie problemu (problem statement) lub wyzwania projektowego (39,40).
- **Generowanie pomysłów (Ideate):** Etap ten sprzyja intensywnemu generowaniu kreatywnych rozwiązań bez ich wstępnej oceny pod kątem wykonalności (39,42). Wykorzystuje się techniki takie jak burza mózgów czy metoda „Crazy Eights”, umożliwiające eksplorację dużej liczby pomysłów poprzez przechodzenie między myśleniem dywergencyjnym i konwergencyjnym (39,40).
- **Prototypowanie (Prototype):** Wybrane pomysły są przekształcane w namacalne, widoczne i niskokosztowe reprezentacje, takie jak szkice, modele kartonowe, storyboardy czy symulacje (40,42). Celem jest stworzenie rozwiązania, z którym użytkownik może wejść w interakcję, aby szybko uczyć się na błędach przed poniesieniem większych nakładów inwestycyjnych (39,40).
- **Testowanie (Test):** Prototypy są testowane z udziałem użytkowników końcowych w ich rzeczywistym środowisku w celu zebrania informacji zwrotnej (42,46). Etap ten nie stanowi końca procesu, lecz okazję do uczenia się, udoskonalania rozwiązania oraz – w razie potrzeby – powrotu do wcześniejszych etapów w celu dostosowania projektu do rzeczywistych potrzeb użytkownika (39,47).



W kontekście szpitalnym i opieki zdrowotnej prototypowanie niskokosztowe (low-cost lub low-fidelity prototyping) stanowi kluczowy etap Design Thinking, którego celem jest przekształcenie pomysłów w namacalne i dostępne rozwiązania, umożliwiając szybkie testowanie i popełnianie błędów przy minimalnych kosztach („fail fast and cheap”) przed dokonaniem większych inwestycji. Druk 3D jest jednym z narzędzi technologii cyfrowych umożliwiającymi takie szybkie i ekonomiczne prototypowanie, dlatego jego wykorzystanie we współpracy z użytkownikiem przynosi liczne korzyści (48).

6. Studia przypadków

Poniższa tabela przedstawia wybrane przykłady, w których techniki Design Thinking zostały wykorzystane do współtworzenia technologii wspomagających wraz z użytkownikami, przy zastosowaniu druku 3D do prototypowania rozwiązań.



Autor	Temat	Empatyjacja	Definiowanie	Ideacja	Prototyp	Test
Aflatoony, 2021 (29)	Współprojektowanie technologii wspomagających (AT) drukowanych w 3D z terapeutami zajęciowymi (OT), projektantami i użytkownikami końcowymi	PW 1: kompleksowa ocena kliniczna zdolności użytkownika, ograniczeń i celów; OT zidentyfikowali dostępne rozwiązania AT odpowiadające potrzebom użytkownika	PW 2: prototypowanie niskiej wierności (low fidelity) w technologii druku 3D typu DIY; użytkownicy końcowi współpracują z OT przy współprojektowaniu prototypów AT	PW 3: projektanci przemysłowi pełnią rolę facilitatorów technicznych, przekładając prototypy na realne rozwiązania AT	PW 4: projektanci jako „design thinkers” aktywnie generują pomysły, identyfikują potrzeby i opracowują spersonalizowane prototypy AT	Doświadczenia, mocne i słabe strony: grupy fokusowe i wywiady półustrukturyzowane; wynik zastosowania urządzenia: czytelność pisma ręcznego użytkownika
Benham, 2023 (35)	Dostępność urządzeń mobilnych z wykorzystaniem elementów drukowanych w 3D dla osób z niepełnosprawnościami fizycznymi	Wstępne wywiady i analiza wcześniejszego wykorzystania AT	Wstępne wywiady: samodzielnie zidentyfikowane potrzeby dostępności urządzenia mobilnego	Wybór projektów z katalogu i ich dostosowanie wraz z zespołem	W ciągu 1–2 tygodni urządzenie zostało spersonalizowane i wydrukowane w 3D przy użyciu Creality Ender-3: podpórki, rysiki i uchwyty	Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Device (QUEST 2.0); Canadian Occupational Performance Measure (COPM)
Dreessen, 2017 (49)	FabLab jako wsparcie dla personalnej produkcji narzędzi do samodzielnego zarządzania cukrzycą	Analiza codziennych problemów: uczestnicy z cukrzycą typu 1 mapowali swoje doświadczenia związane z samoopieką i samokontrolą wraz z projektantami	Obserwacje uczestniczące i wywiady z endokrynologiem pogłębiły zrozumienie problemu	Projektanci i uczestnicy wspólnie tworzyli scenariusze rozwiązań; scenariusze przekształcono w materiały wideo wykorzystywane w FabLab	Dwa prototypy drukowane w 3D: system zwijania przewodu cewnika oraz system klipsów mocujących; opracowane w iteracyjnych warsztatach projektowania partycypacyjnego (PD)	Testy w codziennym życiu użytkownika
Higgins, 2022 (33)	Tworzenie technologii wspomagających drukowanych w 3D poprzez skrócone ścieżki projektowe	Rzeczywiści użytkownicy współpracowali z zespołami studentów fizjoterapii (PT) przy modelowaniu i projektowaniu urządzeń	Przekładanie potrzeb klinicznych na wyzwania projektowe oraz komunikacja z twórcami	Ideacja prowadzona przez studentów z udziałem użytkowników, z wykorzystaniem modeli z gliny i papieru	Prototypy drukowane w 3D (uchwyty do otórków, ortozy nadgarstka, cylindryczne obciążniki do ćwiczeń, adaptery do sztućców)	Bezpośrednia informacja zwrotna dotycząca komfortu i funkcjonalności końcowych urządzeń AT
Howard, 2024 (30)	Ocena wykorzystania współprojektowania w tworzeniu spersonalizowanych rozwiązań AT w systemie ochrony zdrowia	Identyfikacja codziennych problemów użytkowników w społeczności przez OT i fizjoterapeutów	Priorytetyzacja wyzwań związanych z czynnościami dnia codziennego (ADL)	Generowanie rozwiązań z użytkownikami poprzez szkice i prototypy niskiej wierności	Prototypy funkcjonalne opracowane w iteracyjnym procesie projektowania urządzeń	Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Device (QUEST 2.0); Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale (PIADS)
Thorsen, 2019 (50)	Od pacjenta do twórcy – studium przypadku	Uczestniczka przedstawiła swoje ograniczenia i wyzwania oraz listę czynności dnia codziennego (ADL), w których chciała osiągnąć samodzielność	Analiza trudności w ADL z wykorzystaniem kwestionariusza IPPA	Zdalne współprojektowanie i edycja CAD w czasie rzeczywistym	Ergonomiczny uchwyt wydrukowany z TPU	Individually Prioritized Problem Assessment (IPPA)
Thorsen, 2024 (51)	Od pacjenta do twórcy – osoby z mózgowym porażeniem dziecięcym	Obserwacja codziennych aktywności uczestników na podstawie nagrań wideo	Analiza wzorców ruchowych, sposobów chwytu i nawyków żywieniowych na podstawie nagrań	Cyfrowy proces wytwarzania obejmujący oprogramowanie CAD, slicer, drukarkę 3D oraz wideokonferencje; liczne iteracje	Uchwyt do łyżki/widelca	Individually Prioritized Problem Assessment (IPPA); Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Device (QUEST 2.0)

Skróty: AT – technologie wspomagające; OT – terapeuci zajęciowi; PW – warsztaty partycypacyjne; DIY – „zrób to sam”; PD – projektowanie partycypacyjne; PT – fizjoterapia; ADL – czynności dnia codziennego; CAD – projektowanie wspomagane komputerowo; TPU – poliuretan termoplastyczny.



7. Wyzwania i rozwiązania

Wykorzystanie druku 3D (czyli wytwarzania przyrostowego) w procesie współtworzenia technologii wspomagających (AT) stanowi zmianę paradygmatu, umożliwiając przejście od rozwiązań ogólnych do urządzeń spersonalizowanych. Niemniej jednak wdrażanie tej technologii na większą skalę w systemach opieki zdrowotnej wiąże się z istotnymi wyzwaniami, które wymagają ustrukturyzowanych rozwiązań zarówno technicznych, jak i organizacyjnych (37, 38).

Do wyzwań technicznych związanych z wdrażaniem technologii wspomagających drukowanych w 3D należą błędy druku oraz ograniczenia materiałowe, które można ograniczyć poprzez doskonalenie procesu projektowego oraz dobór odpowiednich materiałów. Aspekty ekonomiczne, takie jak wysoki koszt technologii druku 3D, stanowią początkową barierę; jednak koszty te są często kompensowane przez skrócenie czasu operacji oraz poprawę wyników leczenia chirurgicznego. Ponadto brak ustandaryzowanych protokołów i wytycznych regulacyjnych pozostaje istotnym wyzwaniem, wymagającym dalszych badań i współpracy w celu opracowania dobrych praktyk oraz ram regulacyjnych zapewniających bezpieczne i efektywne wykorzystanie druku 3D w zastosowaniach medycznych (52).

Integracja technologii druku 3D w praktyce medycznej wykazała znaczące sukcesy w poprawie wyników leczenia dostosowanego do indywidualnych potrzeb pacjenta. Rozwiązywanie wyzwań technicznych, ekonomicznych i regulacyjnych poprzez dalsze badania i innowacje pozwoli na jeszcze większe wykorzystanie potencjału druku 3D w ochronie zdrowia (53).

Wyzwania związane z wykorzystaniem druku 3D i współtworzeniem

- **Luka kompetencji technicznych:** Wielu terapeutów i pracowników ochrony zdrowia nie posiada wystarczającego przeszkolenia w zakresie projektowania wspomaganego komputerowo (CAD) oraz wytwarzania cyfrowego. Ogranicza to złożoność możliwych do opracowania urządzeń oraz rodzi niepewność co do ich bezpieczeństwa.
- **Wysoki wskaźnik porzucania urządzeń:** Urządzenia są często porzucane, jeśli opinia użytkownika nie została uwzględniona, ich funkcjonalność jest niewystarczająca lub jeśli posiadają stygmatyzującą „medyczną” estetykę, sprawiającą, że środowisko domowe przypomina placówkę szpitalną.
- **Presja czasu i zasobów:** Proces współprojektowania może być złożony i czasochłonny dla personelu medycznego, co zwiększa koszty pracy. Dodatkowo systemy ochrony zdrowia często funkcjonują przy ograniczonych budżetach i niedoborach kadrowych.
- **Regulacje i odpowiedzialność:** Istnieje znaczna niepewność oraz trudności w poruszaniu się w ramach regulacyjnych dotyczących wyrobów medycznych. Specjaliści obawiają się ponoszenia odpowiedzialności prawnej w przypadku awarii urządzenia, szczególnie jeśli zostało ono zmodyfikowane lub stworzone samodzielnie.
- **Ograniczenia technologiczne druku 3D:** Procesy takie jak modelowanie osadzania topionego materiału (FDM) mogą generować znaczne ilości odpadów (np. podpór) oraz wymagają długotrwałego post-processingu. Niska jakość wykończenia może zniechęcać użytkowników.



Proponowane rozwiązania

- **Ustrukturyzowane metodologie projektowe:** Zaleca się stosowanie modeli takich jak Design Thinking, które systematyzują proces projektowy w etapach, integrując projektantów, pracowników ochrony zdrowia oraz użytkowników, przy jednoczesnym zapewnieniu ciągłej ewaluacji.
- **Platformy cyfrowe i repozytoria:** Tworzenie scentralizowanych, przyjaznych dla użytkownika baz danych umożliwiających udostępnianie istniejących projektów. Ułatwia to ponowne wykorzystanie i modyfikację wcześniejszych modeli, znacząco redukując czas projektowania i związane z nim koszty.
- **Wzmocnienie roli użytkownika (user-centred design):** Włączanie pacjenta od samego początku w celu określenia celów i zarządzania oczekiwaniami. Sprzyja to budowaniu więzi emocjonalnej z urządzeniem oraz zwiększa motywację w okresie adaptacji.
- **Uproszczenie oprogramowania:** Rozwój bardziej intuicyjnych narzędzi CAD dla osób bez doświadczenia projektowego („non-designers”) oraz wdrażanie zwalidowanych procedur zapewniających bezpieczeństwo mechaniczne i zgodność z normami higienicznymi.
- **Kompleksowa ewaluacja:** Łączenie ocen jakościowych z testami technicznymi wytrzymałości i funkcjonalności w celu zapewnienia jakości terapeutycznej urządzenia przed jego ostatecznym wdrożeniem.



8. Bibliografia

1. Harrington RL, Hanna ML, Oehrlein EM, Camp R, Wheeler R, Cooblall C, et al. Defining Patient Engagement in Research: Results of a Systematic Review and Analysis: Report of the ISPOR Patient-Centered Special Interest Group. *Value Health*. 2020;23(6):677-88.
2. Maffei S, Bianchini M, Parini B, Delli Zotti E. *Make to Care. An ecosystem of user-centred actors for innovation in healthcare sector*. Libraccio Editore. 2017
3. Roberts JP, Fisher TR, Trowbridge MJ, Bent C. A design thinking framework for healthcare management and innovation. *Healthcare*. 2016; 4 (1):11-14.
4. Clavel N, Paquette J, Dumez V, Del Grande C, Ghadiri DPS, Pomey MP, et al. Patient engagement in care: A scoping review of recently validated tools assessing patients' and healthcare professionals' preferences and experience. *Health Expect*. 2021;24(6):1924-35.
5. Hickmann E, Richter P, Schlieter H. All together now - patient engagement, patient empowerment, and associated terms in personal healthcare. *BMC Health Serv Res*. 2022;22(1):1116.
6. Simmons LA, Wolever RQ, Bechard EM, Snyderman R. Patient engagement as a risk factor in personalized health care: a systematic review of the literature on chronic disease. *Genome Med*. 2014;6(2):16.
7. Sundaramurthy T, Mathews S, Bermudez E, Mahajan SM. Patient engagement and co-creation in health-care services: a scoping review. *Patient Experience Journal*. 2024; 11(3) 215-245
8. Kanstrup AM, Bertelsen P, Nohr C. Patient innovation: an analysis of patients' designs of digital technology support for everyday living with diabetes. *Health Inf Manag*. 2015; 44(1):12-20.
9. Simmons LA, Wolever RQ, Bechard EM, Snyderman R. Patient engagement as a risk factor in personalized health care: a systematic review of the literature on chronic disease. *Genome Med*. 2014; 6(2):16.
10. Spataru A, Quarteroni S, Arnaud L, van Dommelen P, Koledova E, Le Masne Q. High Engagement of Patients Monitored by a Digital Health Ecosystem Indicates Significant Improvements of Key r-hGH Treatment Metrics. *Stud Health Technol Inform*. 2021; 281:829-33.
11. Milliren CE, Lindsay B, Biernat L, Smith TA, Weaver B. Can digital engagement improve outcomes for total joint replacements? *Digit Health*. 2022; 8:20552076221095322.
12. Han HR, Gleason KT, Sun CA, Miller HN, Kang SJ, Chow S, et al. Using Patient Portals to Improve Patient Outcomes: Systematic Review. *JMIR Hum Factors*. 2019;6(4): e15038.
13. Alturkistani A, Qavi A, Anyanwu PE, Greenfield G, Greaves F, Costelloe C. Patient Portal Functionalities and Patient Outcomes Among Patients with Diabetes: Systematic Review (Preprint). En 2020 [cited 15th december 2024]. Available: <http://preprints.jmir.org/preprint/18976>
14. Paydar S, Emami H, Asadi F, Moghaddasi H, Hosseini A. Functions and Outcomes of Personal Health Records for Patients with Chronic Diseases: A Systematic Review. *Perspectives in health information management [Internet]*. 2021 [cited 15th december 2024]; Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/Functions-and-Outcomes-of-Personal-Health-Records-A-Paydar-Emami/9437576bb8043d979da5545968b49cea4fa53e4f>
15. Brands MR, Haverman L, Muis JJ, Driessens MHE, Meijer S, Van Der Meer FJM, et al. Toward Personalized Care and Patient Empowerment and Perspectives on a Personal Health Record in Hemophilia Care: Qualitative Interview Study. *JMIR Hum Factors*. 2024;11: e48359.



16. Sheng Y, Bond R, Jaiswal R, Dinsmore J, Doyle J. Augmenting K-Means Clustering with Qualitative Data to Discover the Engagement Patterns of Older Adults with Multimorbidity When Using Digital Health Technologies: Proof-of-Concept Trial. *J Med Internet Res.* 2024;26: e46287.
17. Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *Biomed Eng Online.* 2016;15(1):115.
18. Spencer SR, Kay Watts L. Three-Dimensional Printing in Medical and Allied Health Practice: A Literature Review. *J Med Imaging Radiat Sci.* 2020;51(3):489-500.
19. Zahid MJ, Mavani P, Awuah WA, Alabdulrahman M, Punukollu R, Kundu A, et al. Sculpting the future: A narrative review of 3D printing in plastic surgery and prosthetic devices. *Health Sci Rep.* 2024;7(6): e2205.
20. Abdelnabi MH, Swelem AA. 3D-Printed Complete Dentures: A Review of Clinical and Patient-Based Outcomes. *Cureus.* 2024;16(9): e69698.
21. Diment LE, Thompson MS, Bergmann JHM. Clinical efficacy and effectiveness of 3D printing: a systematic review. *BMJ Open.* 2017;7(12): e016891.
22. Illmann CF, Hosking M, Harris KC. Utility and Access to 3-Dimensional Printing in the Context of Congenital Heart Disease: An International Physician Survey Study. *CJC Open.* 2020;2(4):207-13.
23. Leary OP, Crozier J, Liu DD, Niu T, Pertsch NJ, Camara-Quintana JQ, et al. Three-Dimensional Printed Anatomic Modeling for Surgical Planning and Real-Time Operative Guidance in Complex Primary Spinal Column Tumors: Single-Center Experience and Case Series. *World Neurosurg.* 2021;145: e116-26.
24. Coles-Black J, Ong S, Teh J, Kearns P, Ischia J, Bolton D, et al. 3D printed patient-specific prostate cancer models to guide nerve-sparing robot-assisted radical prostatectomy: a systematic review. *J Robot Surg.* 2023;17(1):1-10.
25. Sommer AC, Blumenthal EZ. Implementations of 3D printing in ophthalmology. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2019;257(9):1815-22.
26. Design for assistive technology oriented to design methodology: a systematic review on user-centered design and 3D printing approaches. *Semantic Scholar [Internet].* [cited 15th december 2024]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/Design-for-assistive-technology-oriented-to-design-Santos-Silveira/bec77112053e721076258ce25e6a37b654f203de>
27. Santos A, Silveira Z. Design for assistive technology oriented to design methodology: a systematic review on user-centered design and 3D printing approaches. *J Braz. Soc. Mech. Sci. Eng.* 2021; 43: 483. <https://doi.org/10.1007/s40430-021-03184-1>
28. Rasmussen KM, Stewart BC, Janes WE. Feasibility of customized 3D-printed assistive technology within an existing multidisciplinary amyotrophic lateral sclerosis clinic. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2023; 18(8): 1466-1472. doi: 10.1080/17483107.2022.2034996.
29. Aflatoony L, Lee SJ, Sanford J. Collective making: Co-designing 3D printed assistive technologies with occupational therapists, designers, and end-users. *Assist Technol.* 2023;35(2):153-162. doi: 10.1080/10400435.2021.1983070.
30. Howard J, Tasker LH, Fisher Z, Tree J. Assessing the use of co-design to produce bespoke assistive technology solutions within a current healthcare service: a service evaluation. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2024;19(1):42-51. doi: 10.1080/17483107.2022.2060355.
31. Janson R, Burkhart K, Firchau C, Hicks K, Pittman M, Yopps M, Hatfield S, Garabrant A. Three-dimensional printed assistive devices for addressing occupational performance issues of the hand: A case report. *J Hand Ther.* 2020;33(2):164-169. doi: 10.1016/j.jht.2020.03.025.



32. Pousada García T, Garabal-Barbeira J, Porto Trillo P, Vilar Figueira O, Novo Díaz C, Pereira Loureiro J. A Framework for a New Approach to Empower Users Through Low-Cost and Do-It-Yourself Assistive Technology. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(6):3039. doi: 10.3390/ijerph18063039.
33. Higgins E, William B, Karen L, Hurst A, Hamidi F. reating 3D Printed Assistive Technology Through Design Shortcuts: Leveraging Digital Fabrication Services to Incorporate 3D Printing into the Physical Therapy Classroom: Leveraging Digital Fabrication Services to Incorporate 3D Printing into the Physical Therapy Classroom. *Association for Computing Machinery*. 2022; 34. doi:10.1145/3517428.3544816
34. Thorsen R, Bortot F, Caracciolo A. From patient to maker -a case study of co-designing an assistive device using 3D printing. *Assist Technol*. 2021;33(6):306-312. doi: 10.1080/10400435.2019.1634660.
35. Benham S, Milstrey B, Stemple J, Davis J, Scatena D, Bush J, Kolakowsky-Hayner S, Amy K. Mobile device accessibility with 3D printed devices for individuals with physical disabilities. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2024;19(6):2279-2284. doi: 10.1080/17483107.2023.2280244.
36. Wessels R, de Witte L, Andrich R, et al. IPPA, a user-centred approach to assess effectiveness of Assistive Technology provision. *Technology and Disability*. 2000;13(2):105-115. doi:10.3233/TAD-2000-13203
37. Howard J, Cloke S, Eggbeer D, Beverley K. Discovering the barriers to scaling a co-design approach for the provision of custom assistive technology within healthcare services. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2025; 20(4): 833-844. doi: 10.1080/17483107.2024.2406443.
38. Santos A, Silveira Z. AT-d8sign: methodology to support development of assistive devices focused on user-centered design and 3D technologies. *J Braz. Soc. Mech. Sci. Eng*. 2020; 42, 260. <https://doi.org/10.1007/s40430-020-02347-w>
39. Bravo K, Welniak TJ, Kallio J. Design Thinking in Healthcare UNMC Guideline (DTHUNmC). *Computers, Informatics, Nursing*. DOI: 10.1097/CIN.0000000000001430
40. Janhagen, V. Design thinking ha muerto. Larga vida al design thinking. *Idean Capgemini Invent*. Madrid: 2019. Available: www.idean.com/invent-es
41. Altman M, Huang TT, Breland JY. Design Thinking in Health Care. *Prev Chronic Dis* 2018;15: 180128. DOI: <https://doi.org/10.5888/pcd15.180128>.
42. Leary, M., Cacchione, P. Z., Demiris, G., Carthon, J. M. B., & Bauermeister, J. A. An integrative review of human-centered design and design thinking for the creation of health interventions. *Nursing Forum*. 2022; 57(6): 1137-1152. <https://doi.org/10.1111/nuf.12805>
43. Valentine L, Kroll T, Bruce F, Lim C, Mountain R. Design Thinking for Social Innovation in Health Care. *DESIGN JOURNAL*. 2017; 20(6): 755-774. DOI: 10.1080/14606925.2017.1372926
44. Gasca J, Zaragoza R. ¿Qué es el desing thinking?. *ThinkersCo*. 2018
45. Roberts JP, et al. A design thinking framework for healthcare management and innovation. *Healthcare*. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hjdsi.2015.12.002i>
46. Voorheis P, Zhao A, Kuluski K, Pham Q, Scott T, Sztur P, Khanna N, Ibrahim M, Petch J. Integrating Behavioural Science and Design Thinking to Develop Mobile Health Interventions: Systematic Scoping Review. *JMIR Mhealth Uhealth* 2022;10(3): e35799 doi:10.2196/35799
47. Faber JS, Poot CC, Dekkers T, Romero Herrera N, Chavannes NH, Meijer E, Visch VT. Developing a Digital Medication Adherence Intervention for and With Patients with Asthma



- and Low Health Literacy: Protocol for a Participatory Design Approach. JMIR Form Res. 2023;7: e35112. doi: [10.2196/35112](https://doi.org/10.2196/35112)
48. Kveller C, Jakobsen AM, Larsen NH, Lindhardt JL, Baad-Hansen T. First experiences of a hospital-based 3D printing facility - an analytical observational study. BMC Health Serv Res. 2024;24(1):28.
 49. Dreessen K, Schoffelen J, Leen D, Piqueray O. Great Expectations and Big Challenges: A FabLab as facilitator for personal fabrication of tools to self-manage diabetes. All Makers Now? Conference Journal Falmouth University. 2014; 1.
 50. Thorsen R, Bortot F, Caracciolo A. From patient to maker - a case study of co-designing an assistive device using 3D printing. Assistive Technology. 2019. DOI: 10.1080/10400435.2019.1634660
 51. Thorsen R, Cugnod D, Ramella M, Converti RM, Ferrarin M. From patient to maker - a workflow including people with cerebral palsy in co-creating assistive devices using 3D printing technologies. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology. 2024; 19 (4); 1358-1368. DOI: 10.1080/17483107.2023.2177754
 52. Schwartz JK, Fermin A, Fine K, Iglesias N, Pivarnik D, Struck S, et al. Methodology and feasibility of a 3D printed assistive technology intervention. Disabil Rehabil Assist Technol. 2020;15(2):141-7.
 53. Patralekh MK, Lal H. 3D printing in orthopedic trauma. En Elsevier; 2020 [cited 15th december 2024]. P. 483-92. Available: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128191781000472>



Fundación
San Juan de Dios
Madrid

Gemma Escobar Aguilar

María Simarro González

Manuel Lara Romero

Pedro Chana Valero

