

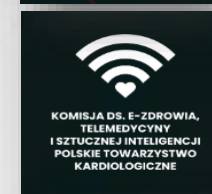
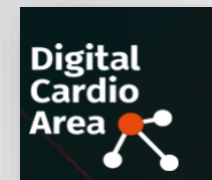
Heart - VISION VR

Wdrożenie Wirtualnej Rzeczywistości do leczenia wrodzonych i strukturalnych wad układu krążenia

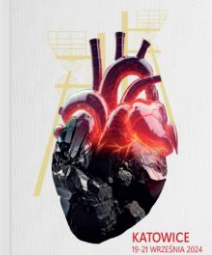
Innowacyjne podejście do prewencji, diagnostyki i leczenia wad układu krążenia, edukacji, współpracy interdyscyplinarnej i świadomości społecznej

Judyta Szeliga¹, Maksym Lazu¹, Karolina Cabaj - Włodarczyk¹, Andrzej Rudziński¹,
Łukasz Wyrobek², Sebastian Góreczny^{1,4}

¹Department of Paediatric Cardiology, University Children's Hospital, Jagiellonian University Medical College, Kraków, Poland. ²Department of Radiology, University Children's Hospital, Kraków, Poland, ⁴Department of Cardiology, Polish Mother's Memorial Hospital, Research Institute, Łódź, Poland



XXVIII Międzynarodowy Kongres Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego



Wprowadzenie:

- Wady wrodzone serca - strukturalne nieprawidłowości budowy serca oraz zaburzenia położenia serca i wielkich naczyń
- Dotykają średnio 1 na 100 dzieci na świecie
- W Polsce codziennie rodzi się 10 dzieci z wadą serca
- Rocznie jest to grupa ponad 3000 małych pacjentów
- Wrodzone wady serca należą do najczęściej występujących wad wrodzonych
- Stanowią (po chorobach okresu okołoporodowego) najczęstszą przyczynę zgonu niemowląt
- 1/3 dzieci wymaga operacji w pierwszych dniach życia

<https://www.sercedziecka.org.pl/aktualnosci/tydzien-wiedzy-o-wrodzonych-wadach-serca-1-luty-313/>

Precyzyjna Diagnostyka Obrazowa
=
Sukces Terapeutyczny



Advanced imaging techniques to assist transcatheter congenital heart defects therapies

Elchanan Bruckheimer^a, Sebastian Goreczny^{b,*}

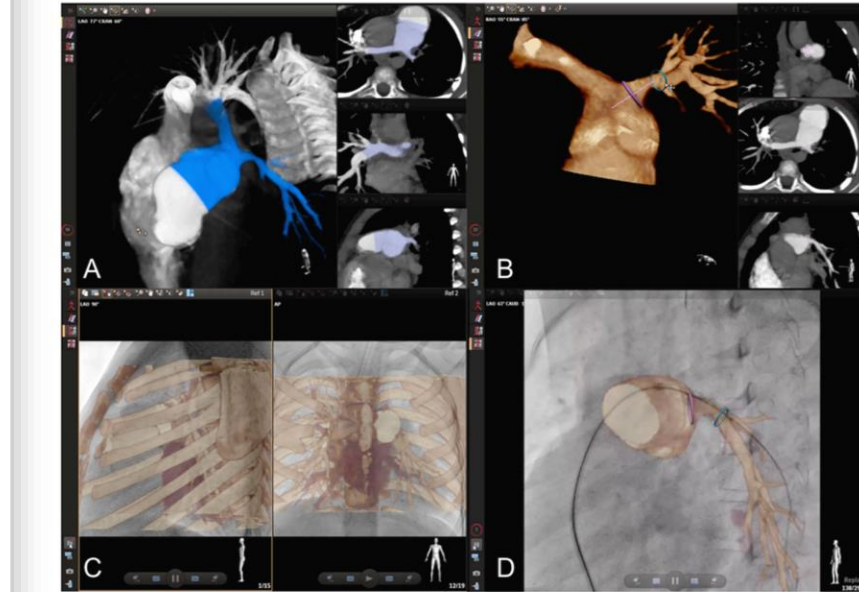


Fig. 3. An example of fusion of CT for guidance of pulmonary artery stenting. After manual selection of the desired region of interest on the 3D reconstruction (A), key structures were marked with rings to highlight stent's landing zone. Next, the manipulated three-dimensional reconstruction was fused with fluoroscopy by using internal markers such as bony structures and shadows of the heart and great vessels. Finally, guidance of the procedure was performed with the three-dimensional roadmap overlaid on fluoroscopy. Modified from: Novel Three-Dimensional Image Fusion Software to Facilitate Guidance of Complex Cardiac Catheterization. Goreczny S, et al. *Pediatr Cardiol*. 2017;38:1133–1142.

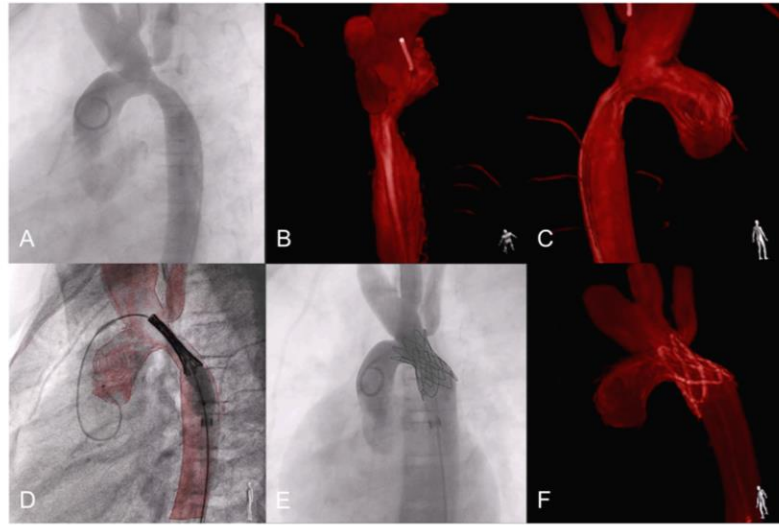


Fig. 1. An example of 3DRA for guidance of aortic coarctation stenting. One of multiple frames from RA shows the aorta in the patient long axis (A). The 3D reconstruction provides additional views, not available with standard angiography (B, C). After automatic fusion with fluoroscopy, it can guide catheter manipulations and stent positioning (D). Final 3DRA provides dynamic 2D (E) and static 3D (F) images for a complete assessment of the outcome.

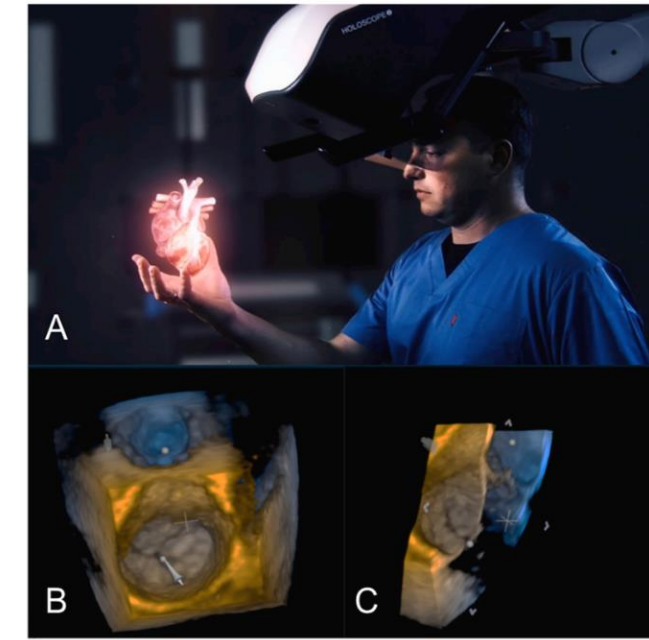


Fig. 5. An illustration of visualization of a hologram use on the HoloScope-I. Note that the hologram can only be seen by the hologram viewer, the hologram in the figure is for illustrative purposes only (A). A hologram of the mitral valve from 3DTEE shows the valve closed (B) and cropped in one plane (C) to measure the anterior-posterior diameter of the annulus. The aortic valve can be seen as well. Three-dimensional transesophageal echocardiography data can be displayed holographically in real-time with color-Doppler intra-procedurally.

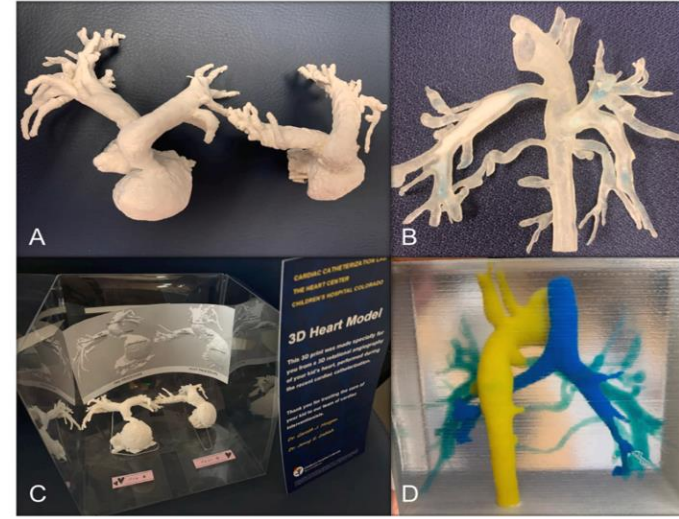


Fig. 2. Examples of 3D printed models from 3DRA. Three-dimensional printed models before and after right ventricular to pulmonary artery conduit stenting (A). Thoracic aorta with multiple aortopulmonary collaterals (MAPCAs), printed in clear material for surgical planning (B). Three-dimensional printed models in a clear box with diagrams that are given to the patient's family as per usual practice at Children's Hospital Colorado. These materials were used with primary goal of educating families and patients (C). A clear silicone cube with 3D printed model of the aortic arch with MAPCAs and the relationship with the airway. These images were used for surgical planning. Modified from: "Rapid Prototyping Airway and Vascular Models from 3D Rotational Angiography: Beans to Cup 3D Printing." Zablah et al. *Review in Pediatric Cardiology*. In Press.

Problem:

Leczenie wad układu krążenia wymaga precyzyjnej diagnostyki oraz optymalnej komunikacji zespołów medycznych

Precyzyjna diagnostyka obrazowa

–
klucz do sukcesu terapeutycznego

Stan aktualny:

Tradycyjne metody diagnostyczne:

- Echokardiografia
- CT
- MRI
- Angiografia
- Angiografia rotacyjna
- Fuzja obrazów
- Druk 3D

Ograniczenia:

- Dostępność
- Czasochłonność
- Koszty
- trudności interpretacyjne
- Inne

Co dalej ???

Potrzeby:

Wykorzystanie nowoczesnych, innowacyjnych technologii w codziennej praktyce

VR
–
Virtual Reality

Cel wdrożenia VR:

- **Maksymalizacja potencjału diagnostycznego rutynowych badań obrazowych**
- Optymalizacja ścieżki diagnostyczno-terapeutycznej
- Zwiększenie efektywności edukacji akademickiej i klinicznej
- Usprawnienie komunikacji wielospecjalistycznych zespołów medycznych

Wniosek na projekt własny na lata 2023 - 2024 numer N41/DBS/001219

Lek. Judyta Szeliga

judyta.szeliga@uj.edu.pl

Klinika Kardiologii Dziecięcej

Sebastian Góreczny MD, PhD

Head of the Department of Pediatric Cardiology,

University Children's Hospital, Faculty of Medicine,

Jagiellonian University Medical Collage

Tytuł projektu: Zastosowanie obrazowania wirtualnej rzeczywistości (VR Virtual Reality) w planowaniu interwencji kardiologicznych i leczenia kardiochirurgicznego wybranych wad układu krążenia.

Modelowanie VR - Wyniki :

- **120 VR – modeli wad serca**
- 100 x CT; 2 x MRI; 18 x 3D-RA
- Od Ur. do 18 r.ż.
- Heterogenna grupa pacjentów
- Badania obrazowe wyłącznie ze wskazań medycznych
- 25% VR – modeli u dzieci < 5 kg (również dzieci z LBW)

Pulmonary artery intervention

Percutaneous Pulmonary Valve implantation

Ductus arteriosus stenting in duct-dependent pulmonary circulation

Aortic Coarctation

**Hypoplastic Left Heart Syndrome at various stages of palliation
including patient with PAPVR**

Aorto-pulmonary collaterals prior to unifocalization procedures

Heterotaxy syndrome at various stages of palliation

Severe aortic dissection

Sinus venosus atrial septal defect

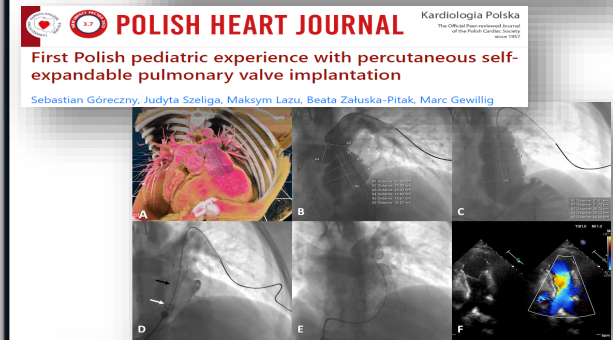
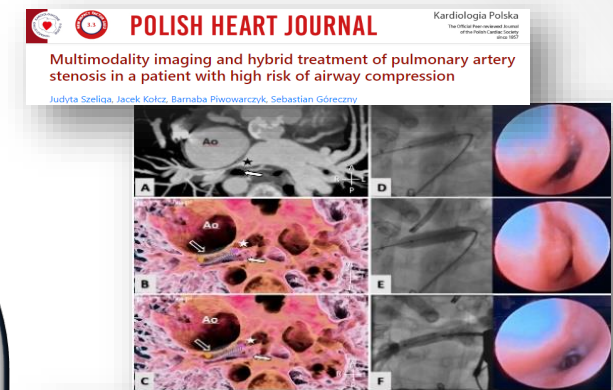
Peripheral revascularization

**Single models: BWG syndrome, Pulmonary embolism,
Neuroendocrine heart tumor, Infective endocarditis**

Modelowanie VR - Wyniki Kliniczne:

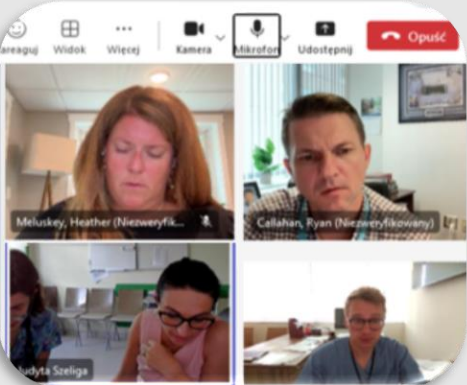
Particularly noteworthy cases where virtual models, significantly impacted procedural planning and execution:

- (1) In a newborn with heterotaxy and partial anomalous pulmonary venous return (PAPVR), a unique percutaneous atrioseptostomy was successfully performed via left jugular vein and vertical vein access;
- (2) in a patient with multiple aortic interventions, pseudoaneurysms and an additional structure dividing the arch into two levels, a hybrid procedure was successfully conducted;
- (3) in an infant with pulmonary vein stenosis, spatial analysis and vascular access strategy modification enabled successful percutaneous treatment;
- (4) in a preterm infant (28 weeks gestation) with extreme pulmonary artery hypoplasia treated interventionally;
- (5) in a patient at risk of airway compression, simulation allowed precise hybrid treatment planning;
- (6) in two patients with sinus venosus ASD, appropriate qualification for surgical and interventional treatment was achieved.
- (7) Valuable virtual simulation of self-expanding valve implantation in pediatric patients with a dysfunctional large right ventricular outflow tract was performed based on both CT & MRI.
- (8) In a patient with pulmonary atresia and VSD, post-surgical correction, where the VR model facilitated surgical qualification by clearly presenting spatial relationships
- (9) a child with HLHS and PAPVR with venous collector stenosis, where the spatial model analysis allowed effective intervention planning and progression assessment and
- (10) a patient with total anomalous pulmonary venous return, post-surgical correction, with both proximal and distal pulmonary vein stenosis.

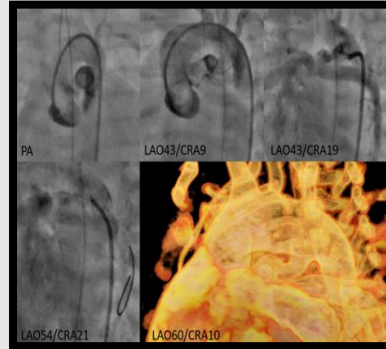


Wdrożenie VR – Wyniki Kliniczne

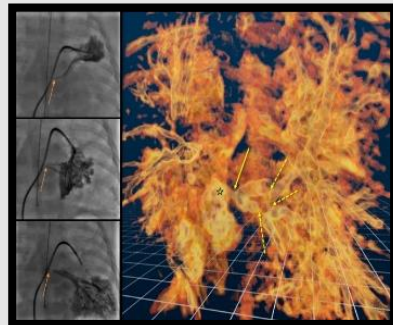
SPOTKANIA KLINICZNE:



SERIE PRZYPADKÓW:

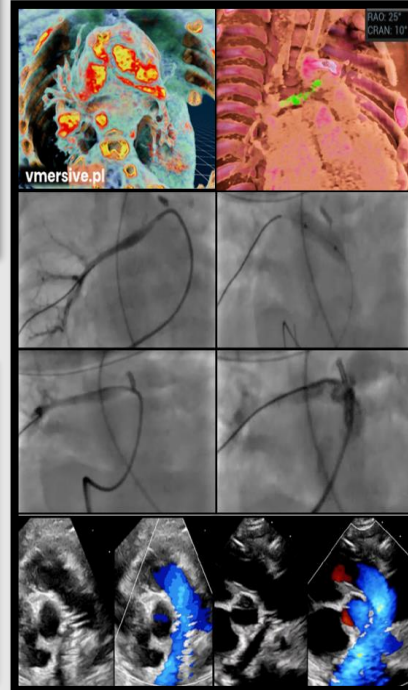


Virtual Models in Arterial Duct Stenting for Duct-Dependent Pulmonary Circulation



Virtual reality modelling for planning of percutaneous and hybrid treatment in infants with pulmonary vein stenosis

PICS 2024:
3D Imaging in LBW Infants
– How can it help?
Sebastian Górczny



60 MODELI VR – AEPC Portugal



Early experience with Virtual Reality Modelling for planning of percutaneous, surgical and hybrid procedures in patients with congenital heart defect

100 MODELI VR – PINC Kraków



Wirtualna Rzeczywistość w planowaniu leczenia Interwencyjnego i Kardiochirurgicznego – doświadczenia własne na podstawie 100 kolejnych pacjentów.

120 MODELI VR – PICS San Diego



PICS Society



Symposium 2024

SAN DIEGO, SEPT 4-7

Virtual Reality in Planning Interventional, Surgical and Hybrid Treatment for Children with Congenital Heart Defects
- Single Center Experience Based on 120 Cases

- [VR z 3D-RA w PRACOWNI CEWNIKOWAŃ SERCA – Moderowana Sesja Plakatowa: \(Pt 20.09.2024\)](#)

Jak powstaje wirtualny, trójwymiarowy i interaktywny model wady serca

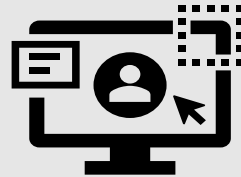
- **KROK 1:**

Plik **DICOM** (CT / MRI / 3DRA)



- **KROK 2:**

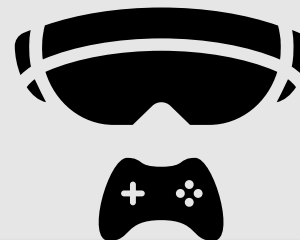
Aplikacja VR → 3D model VR
(<5 min !)



- **KROK 3:**

Immersyjna analiza wirtualnego
interaktywnego modelu 3D

Google VR / Monitor



Metodologia i Proces wdrażania VR

1.

Wdrożenie VR
do rutynowej
praktyki klinicznej

2.

VR – Szkolenia
Zespołów
Medycznych

3.

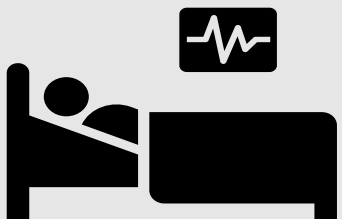
Wdrożenie VR
do Kształcenia
Akademickiego

4.

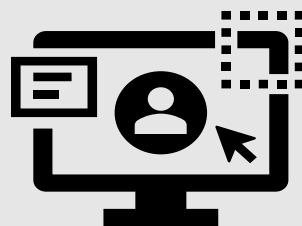
Szerokie grono odbiorców
VR – Ścieżki Edukacyjne (X 2024)

Wdrożenie VR do Ścieżki Diagnostyczno – Terapeutycznej

- **Krok 1:**
Badania obrazowe



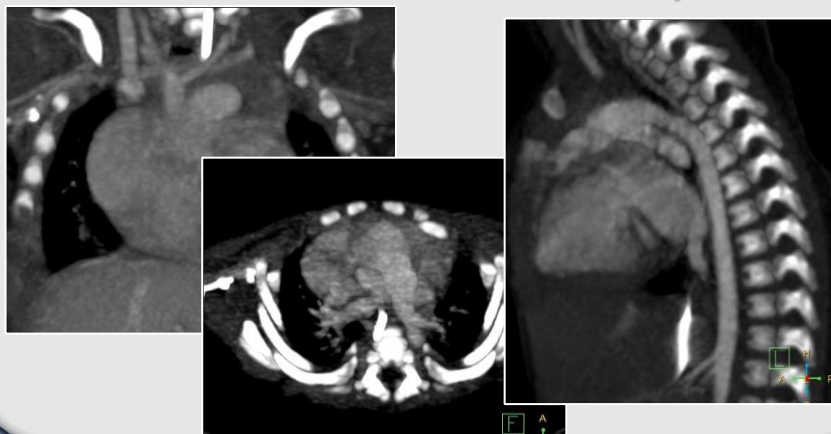
- **Krok 3:**
DICOM → Aplikacja → VR



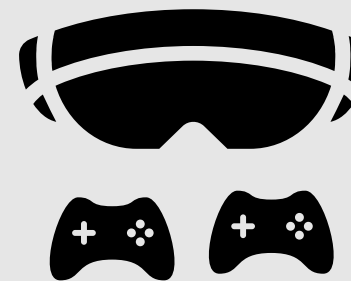
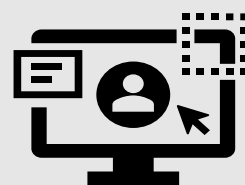
- **Krok 5:**
Konsylium wielospecjalistyczne
Decyzje terapeutyczne



- **Krok 2:**
Analiza badań obrazowych



- **Krok 4:**
Immersyjna analiza 3D modelu VR
Symulacje medyczne



Wdrożenie Zespołów Medycznych do korzystania z VR

- **Krok 1:**

Szkolenia teoretyczne
Warsztaty praktyczne

- **Krok 3:**

Analiza 3D modelu VR

- **Krok 5:**

Konsylium wielospecjalistyczne
Decyzje terapeutyczne

- **Krok 2:**

Lekarz / Personel przeszkolony w VR
DICOM → aplikacja → model VR

- **Krok 4:**

Wnioski z analizy VR
Sporządzenie dokumentacji VR
- pomiary / symulacje
- nagrania / filmy / zdjęcia

Wdrożenie VR do Kształcenia Akademickiego


- **Krok 1:**

Przygotowanie do zajęć:
Teoria & Schematy

- **Krok 3:**

Warsztaty praktyczne
Analiza 3D modelu VR
Symulacje medyczne

- **Krok 5:**

Egzaminy ;) 
Zaangażowanie
młodych medyków

- **Krok 2:**

Podstawa programowa:

Seminaria / Wykłady CMUJ:

„Diagnostyka obrazowa
w Kardiologii Dziecięcej”

Badania obrazowe + Modele VR

- **Krok 4:**

Podstawa programowa:

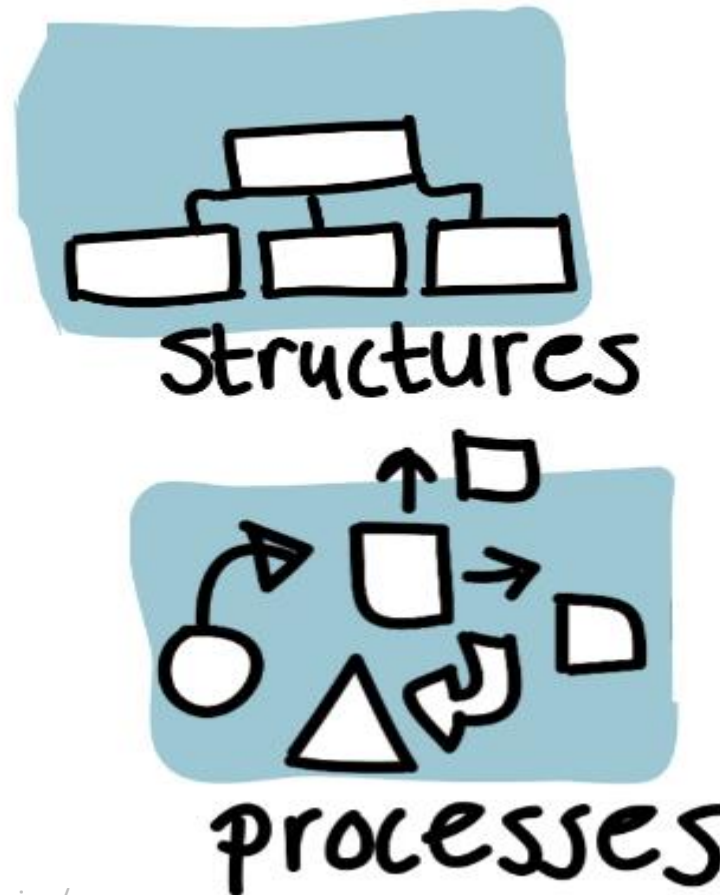
Zajęcia praktyczne w Oddziale Kardiologii:

Zapoznanie z pacjentem:

- podstawowe czynności lekarskie
- analiza badań dodatkowych
- VR-model dla konkretnego pacjenta
- omówienie ścieżki terapeutycznej

Heart - VISION VR

Wdrożenie Wirtualnej Rzeczywistości
do leczenia wrodzonych i strukturalnych wad układu krążenia



<https://innovaops.pl/najlepsze-metody-wdrazania-zmian/>

Heart - VISION VR

Wdrożenie Wirtualnej Rzeczywistości
do leczenia wrodzonych i strukturalnych wad układu krążenia



<https://pl.linkedin.com/pulse/jak-wdra%C5%BCa%C4%87-innowacj%C4%99-i-ai-mike-guzowski-yezec>

Proces wdrażania VR

1.
Wdrożenie VR
do rutynowej
praktyki klinicznej



Proces wdrażania VR

2.
VR – Szkolenia
Zespołów
Medycznych

Cathlab
godz 6:30 !

Technik
Radiolog

Technik
Medyczny

Dr
Anestezjolog



Pielęgniarka Zespół
Hemodynamiczny

Pielęgniarka
Anestezjologiczna

Proces wdrażania VR

3.

Wdrożenie VR
do Kształcenia
Akademickiego

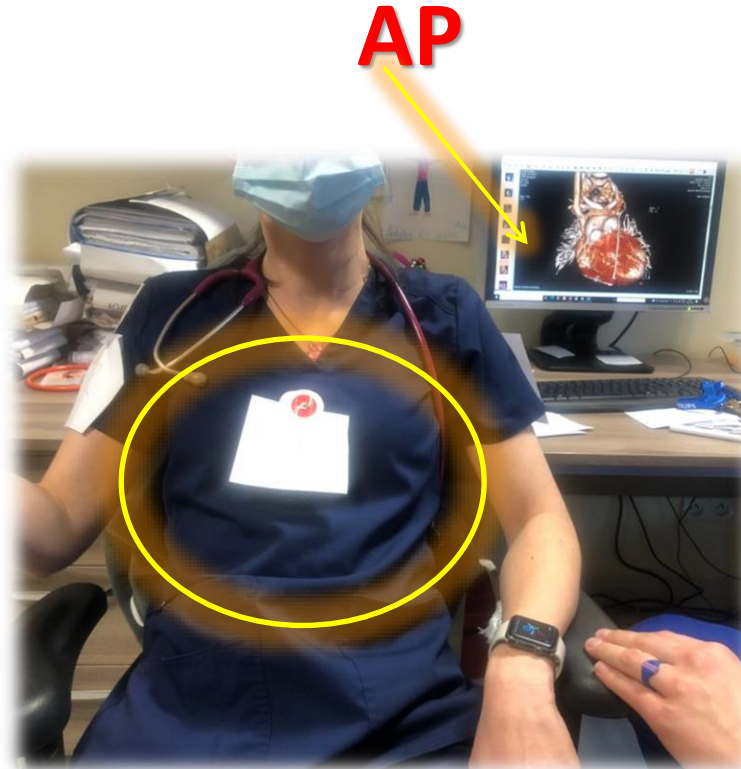
R



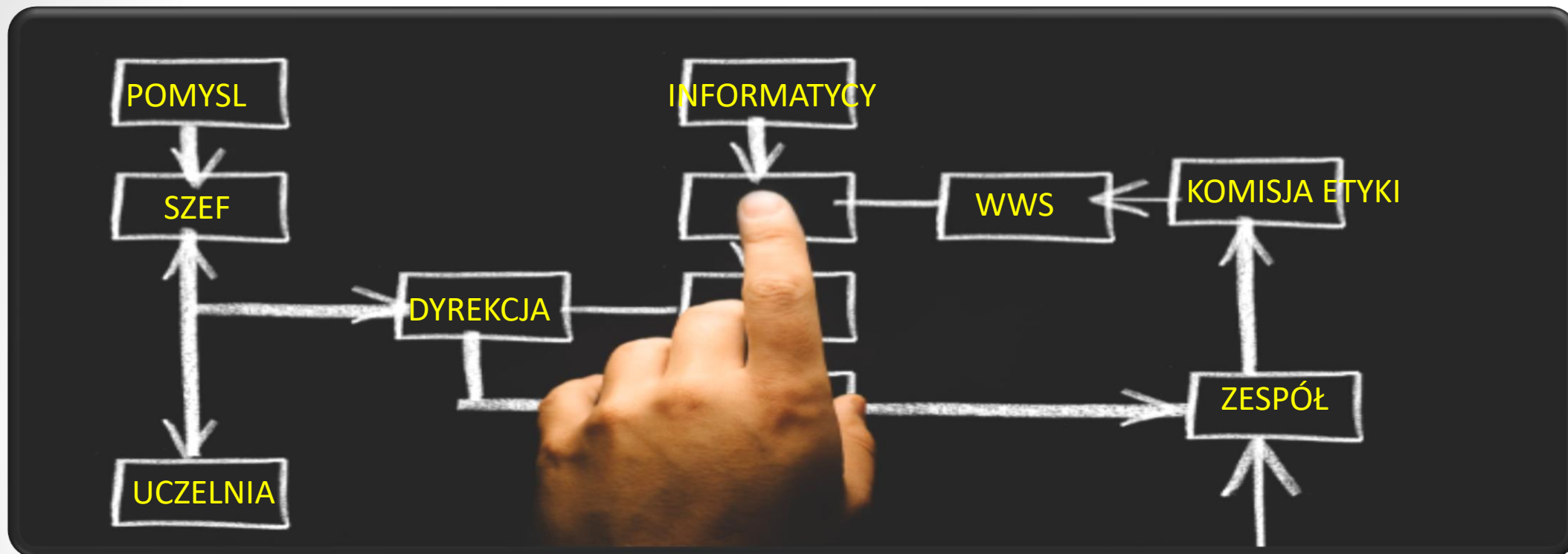
L



AP



Proces wdrażania VR



4.

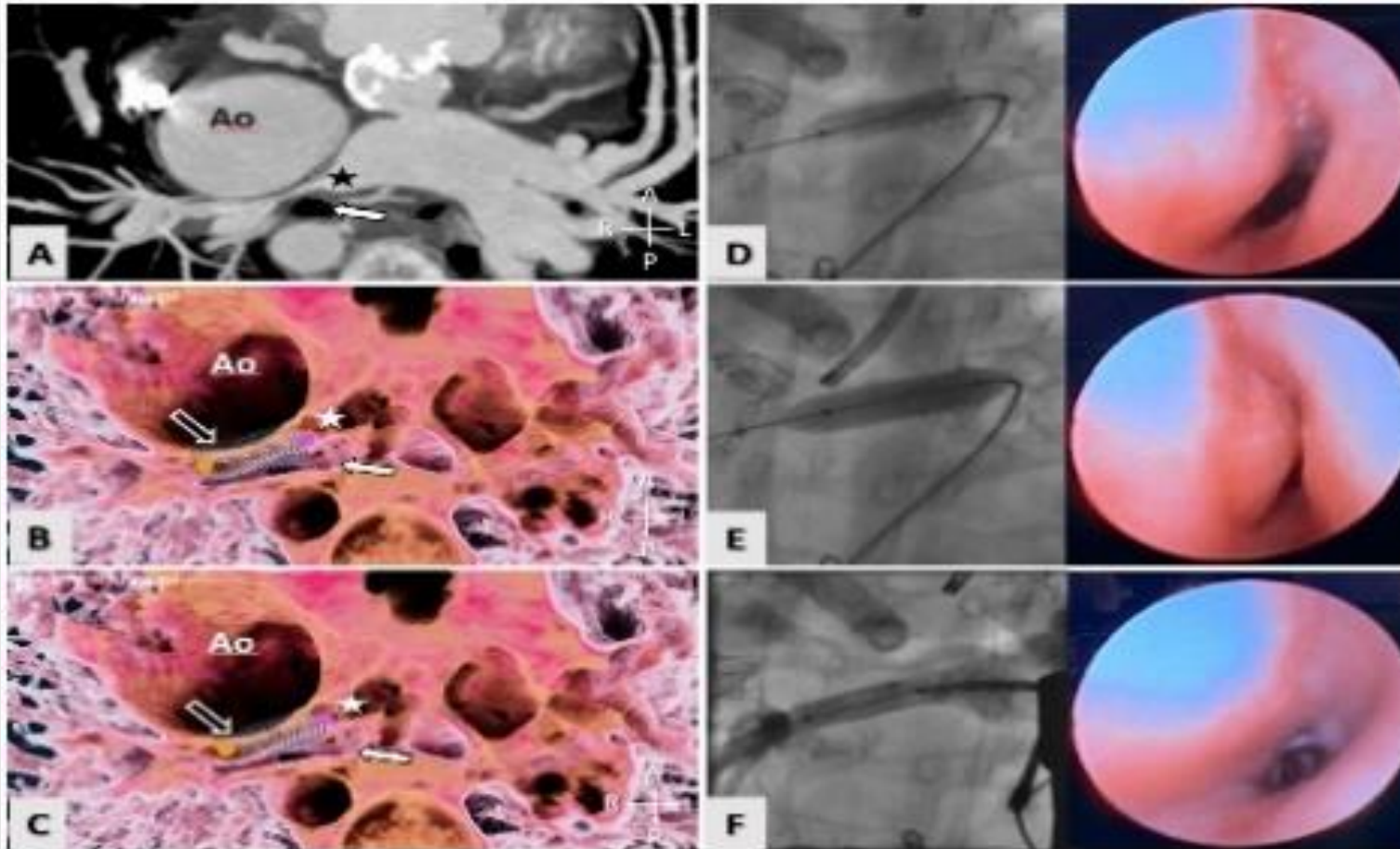
Szerokie grono odbiorców

VR – Ścieżki Edukacyjne dostępne na stronie internetowej (X 2024)



Multimodality imaging and hybrid treatment of pulmonary artery stenosis in a patient with high risk of airway compression

Judyta Szeliqa, Jacek Kołcz, Barnaba Piwowarczyk, Sebastian Górczny





Studium przypadków #2

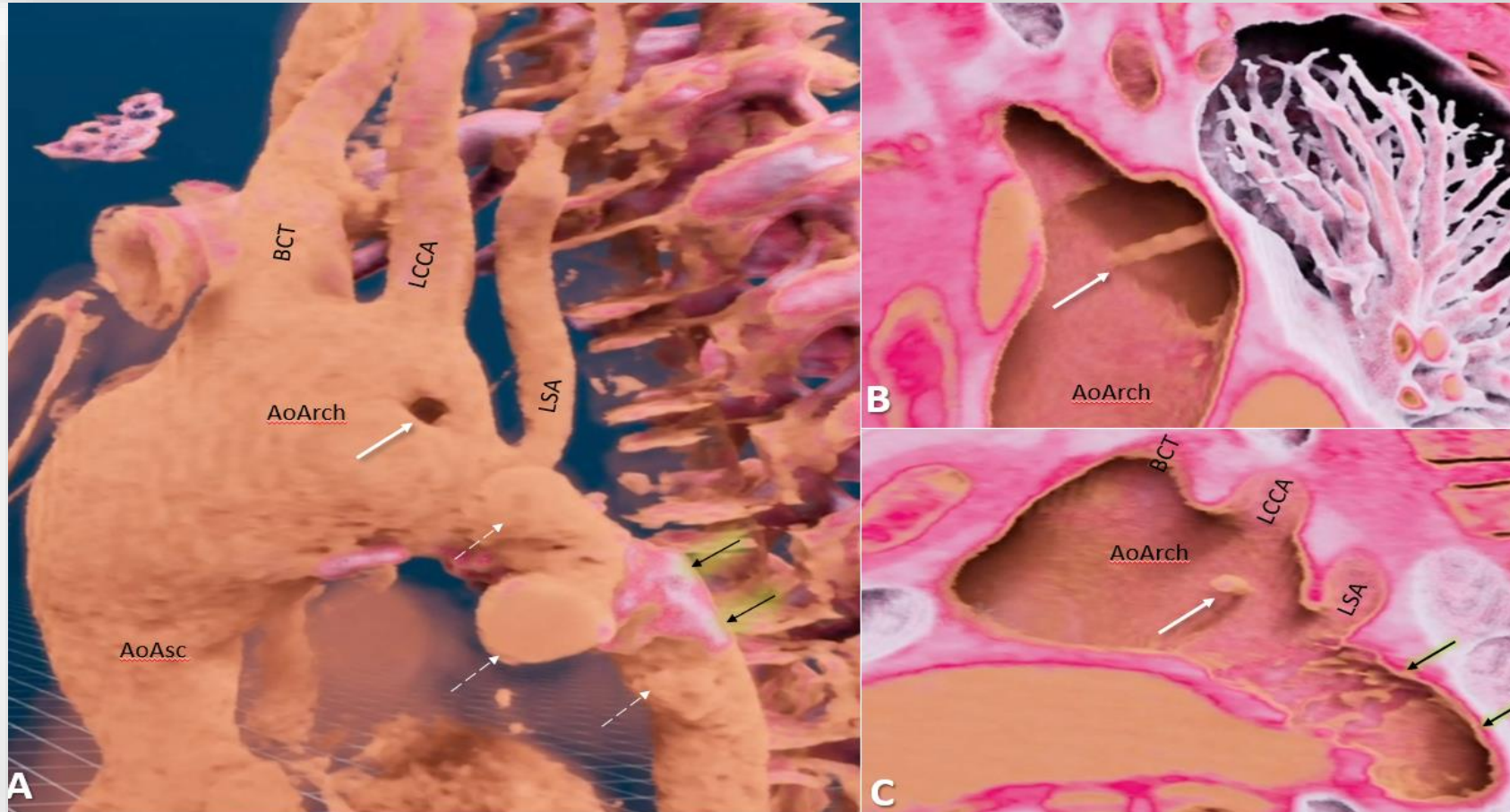
#2

Cardiology in the Young




Virtual reality modelling in a child after multiple interventions for hypoplastic aortic arch and coarctation

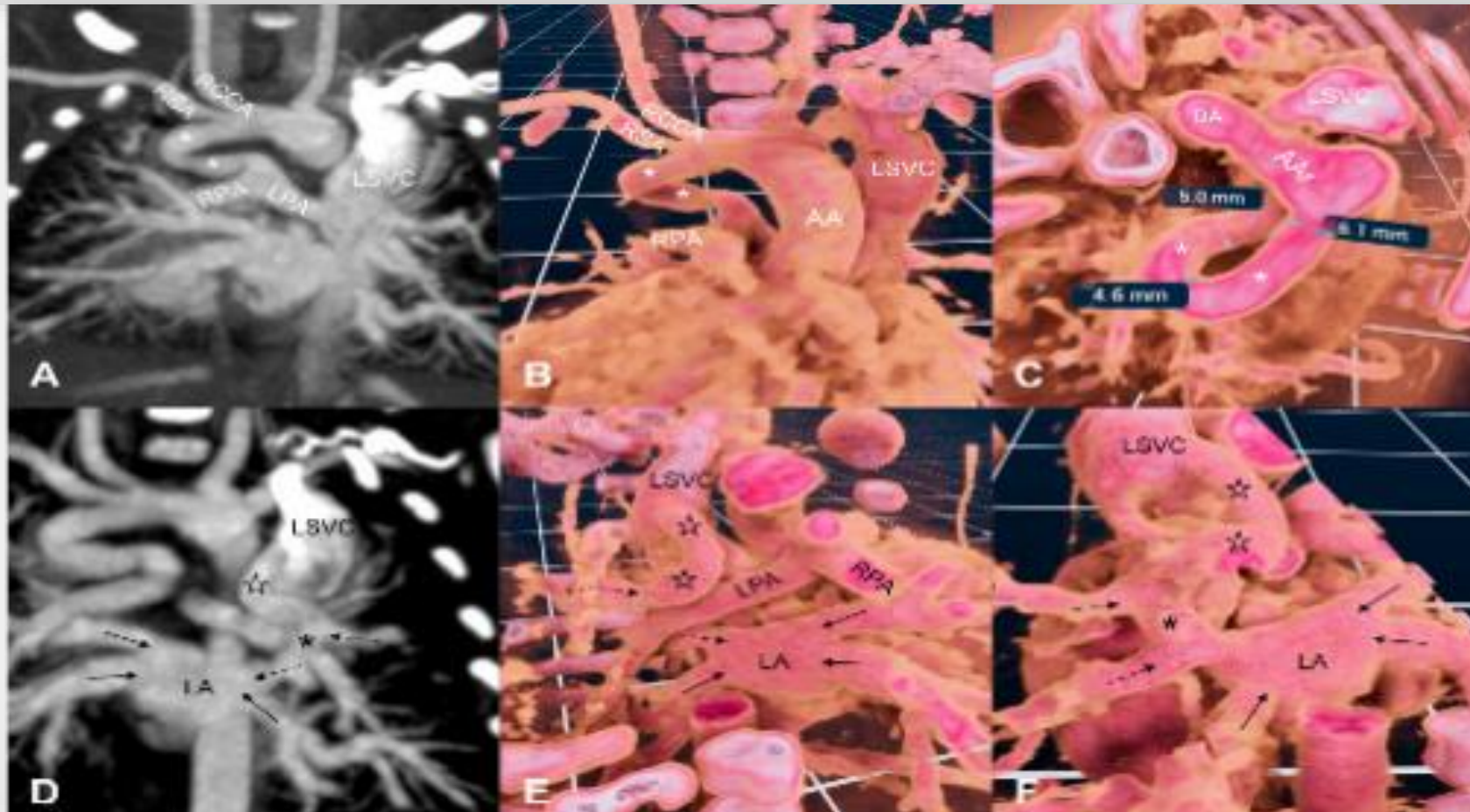
Judyta Szeliga , Maksym Lazu and Sebastian Górczny 





Virtual reality modelling for planning of percutaneous first step palliation in a newborn with heterotaxy syndrome

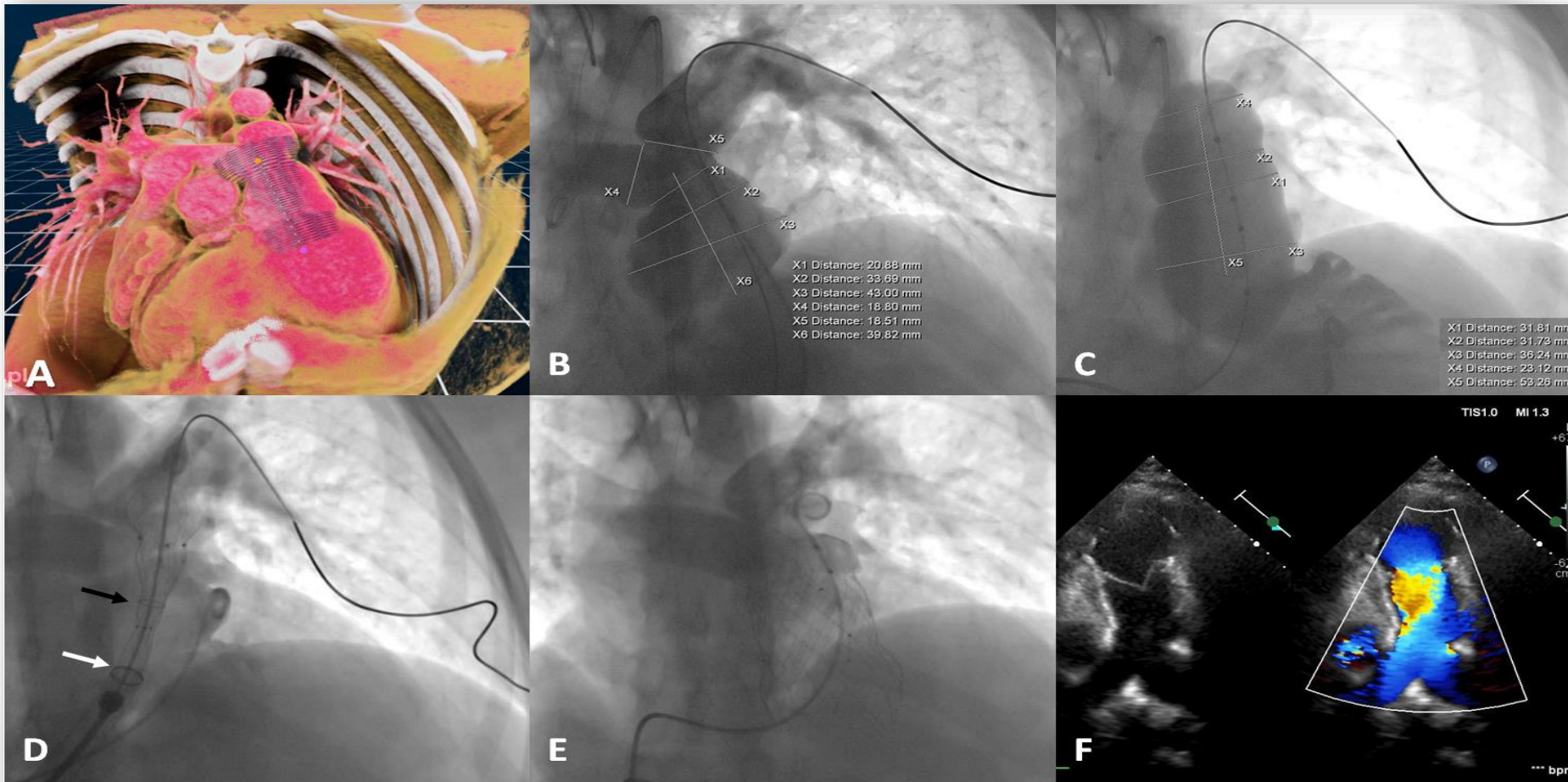
Aleksandra Dziewulska , Judyta Szeliga, Sebastian Górczny





First Polish pediatric experience with percutaneous self-expandable pulmonary valve implantation

Sebastian Góreczny, Judyta Szeliga, Maksym Lazu, Beata Załuska-Pitak, Marc Gewillig



Wdrożenie VR do Kardiologii Dziecięcej - Podsumowanie

Innowacyjność

Wpływ na diagnostykę i leczenie

**Zwiększenie potencjału
diagnostycznego rutynowych
badań obrazowych**

Edukacja Kliniczna

Kształcenie Akademickie

Potencjał Projektu

- Integracja z rutynowymi badaniami obrazowymi (CT/MRI/3DRA)
 - Zmniejszenie ilości nieinwazyjnych badań dodatkowych
 - Redukcja liczby inwazyjnych procedur diagnostycznych
 - Lepsze planowanie procedur terapeutycznych
 - Efekty kliniczne! Sukcesy terapeutyczne!
-
- Zwiększenie zaangażowania w opiekę nad pacjentem
 - Optymalizacja współpracy interdyscyplinarnej
-
- Poprawa jakości Edukacji Akademickiej
 - Zwiększenie zainteresowania problemami kardiologii dziecięcej
 - Zaangażowanie studentów w proces diagnostyczno - terapeutyczny
-
- Wirtualne Ścieżki edukacyjne

Wdrożenie VR do Kardiologii Dziecięcej

- *Trudne przypadki kliniczne?*
- *Wątpliwości w zakresie obrazowania?*

Zaproszenie do współpracy!

DICOM → judyta.szeliga@uj.edu.pl → Model VR



Heart - VISION VR

Wdrożenie Wirtualnej Rzeczywistości do Kardiologii Dziecięcej

Innowacyjne podejście do prewencji, diagnostyki i leczenia wad układu krążenia, edukacji, współpracy interdyscyplinarnej i świadomości społecznej



Judyta Szeliga¹, Maksym Lazu¹, Karolina Cabaj -
Włodarczyk¹, Andrzej Rudziński¹, Łukasz
Wyrobek², Sebastian Góreczny^{1,3}

¹Department of Paediatric Cardiology, University Children's Hospital, Jagiellonian University Medical College, Kraków, Poland. ²Department of Radiology, University Children's Hospital, Kraków, Poland. ³Department of Cardiology, Polish Mother's Memorial Hospital, Research Institute, Łódź, Poland