

The logo consists of the letters 'IKE+EM' in a white, serif font, stacked vertically. The '+' sign is smaller and positioned between the 'E' and 'E'. The letters are set against a solid red square background.

IKE+EM



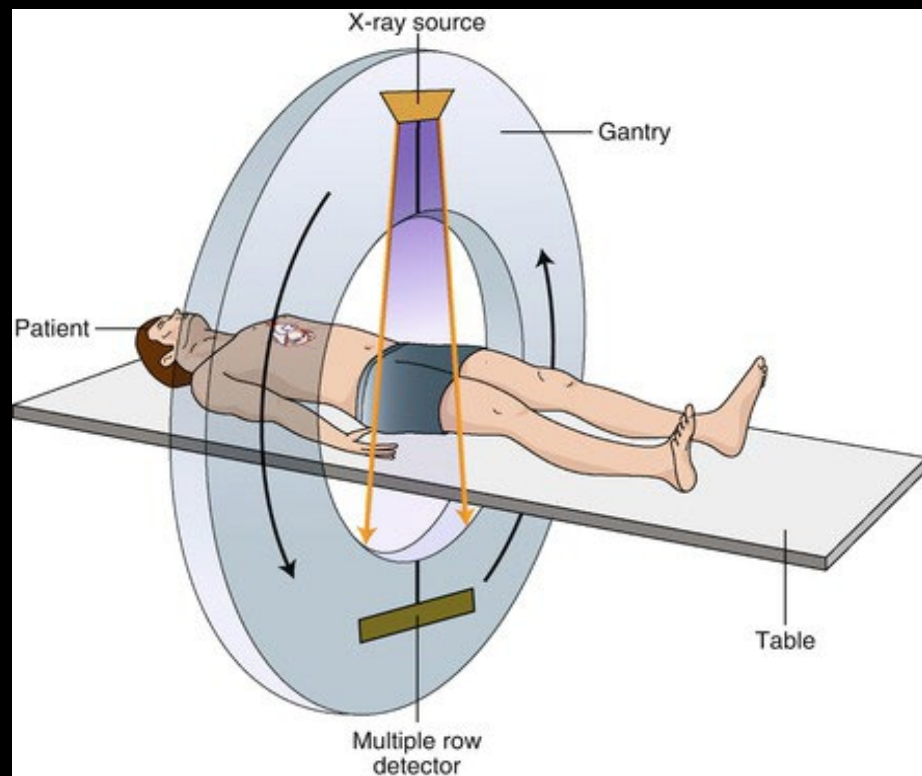
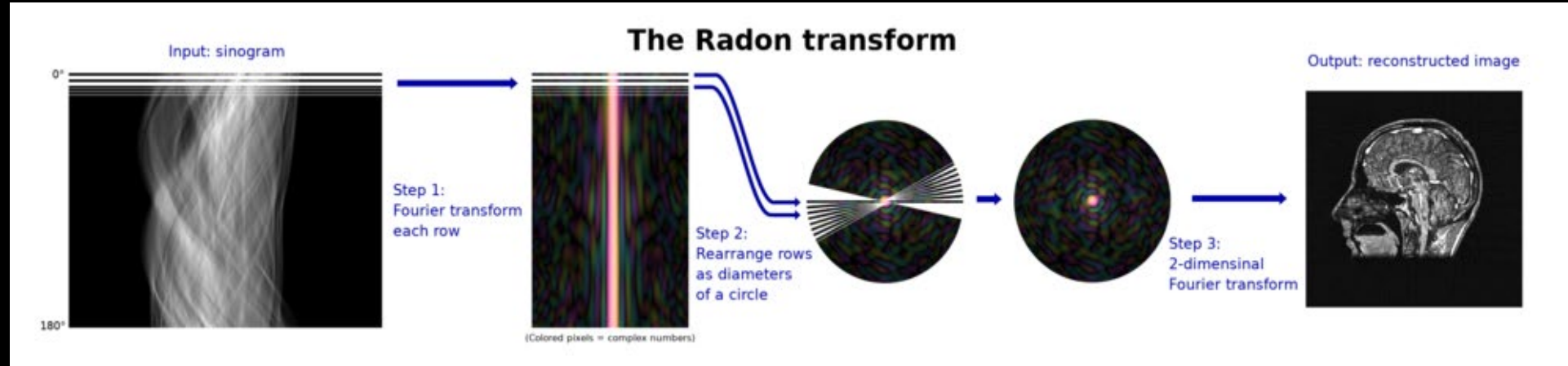
## Virtuální realita v praxi

David Sibřina BA(Hons) MSc Ph.D.

Spoluautoři: prof. MUDr. Jiří Froněk Ph.D. FRCS, prof. MUDr. Robert Lischke Ph.D, Ing. Petr Raška, Ing. Jan Rydlo, MUDr. Theodor Adla, MUDr. Darina Cupalová, Bc. Milan Bergman, MUDr. Jan Kolařík







File View Extra Jobs Help

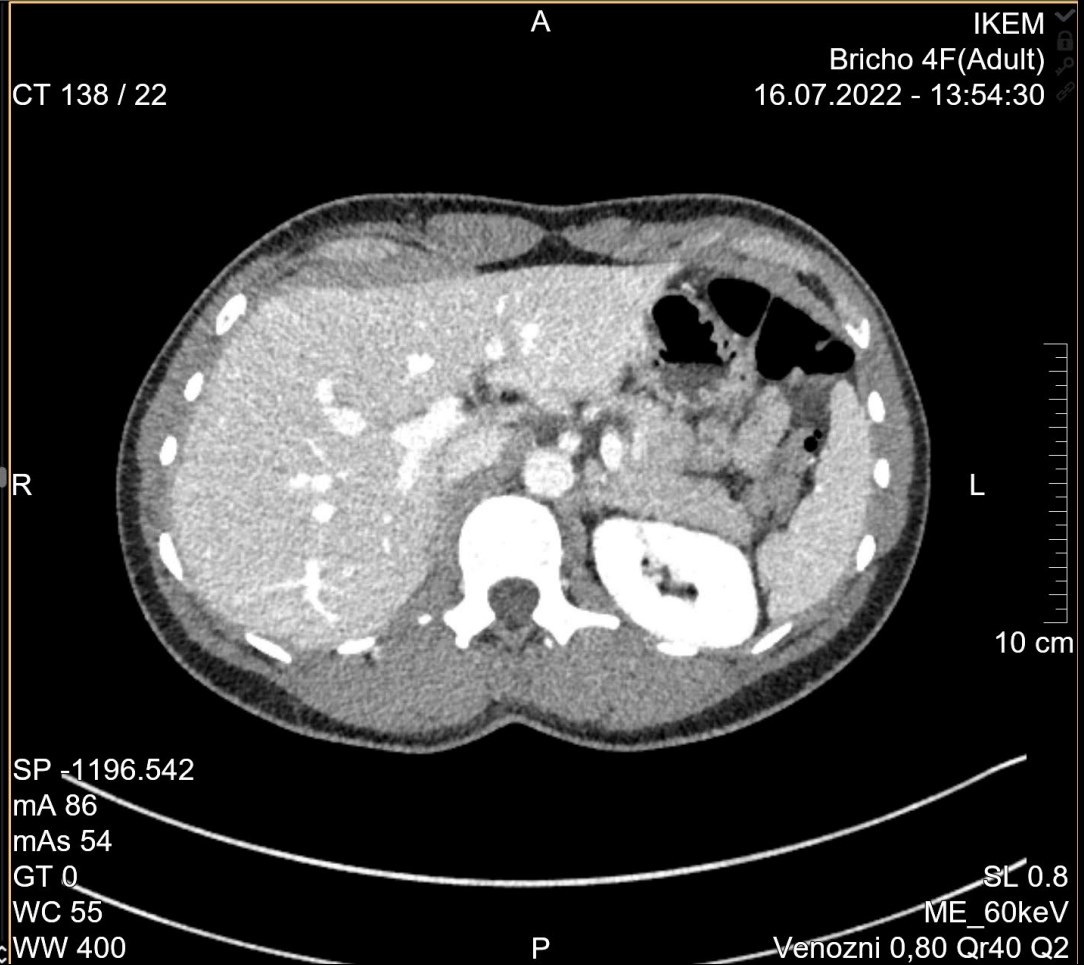
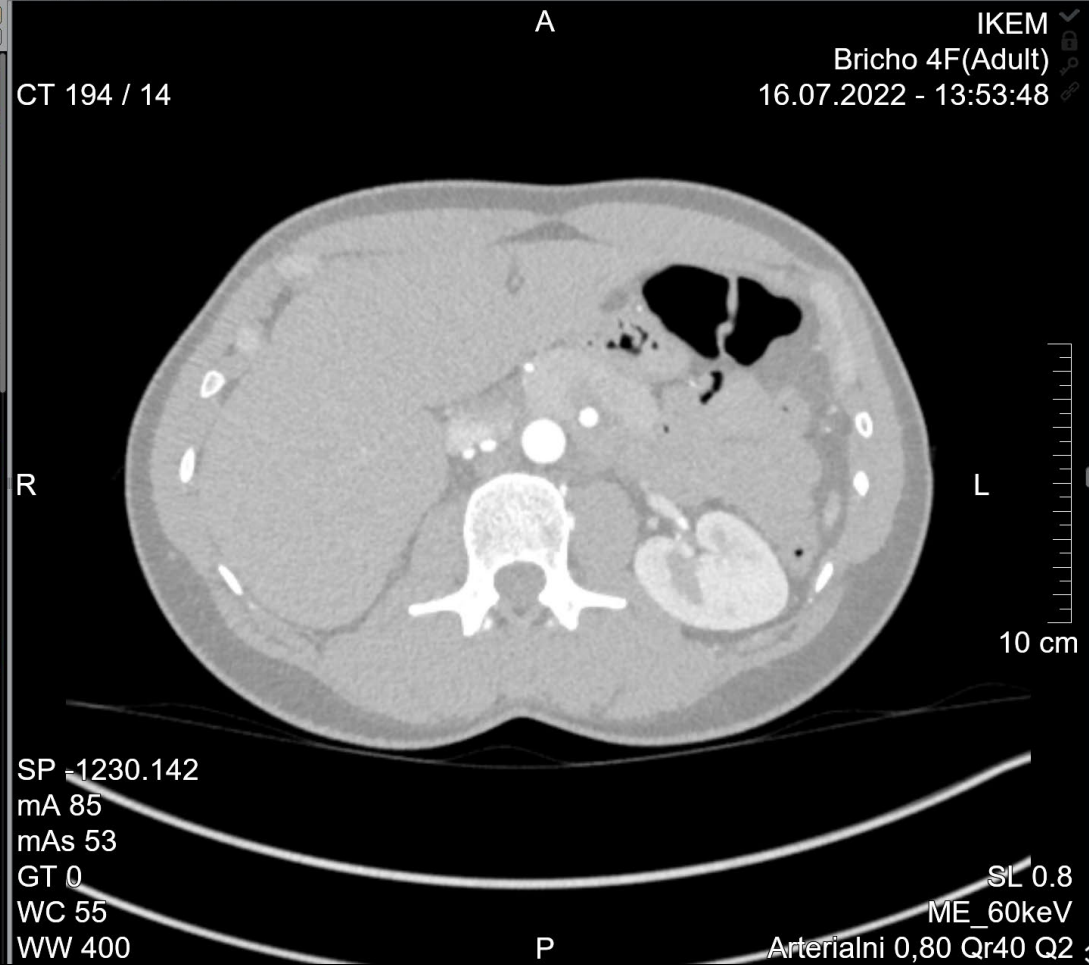
Studies

CT, SEG, SR | Bricho 4F(Adult)  
16.07.2022

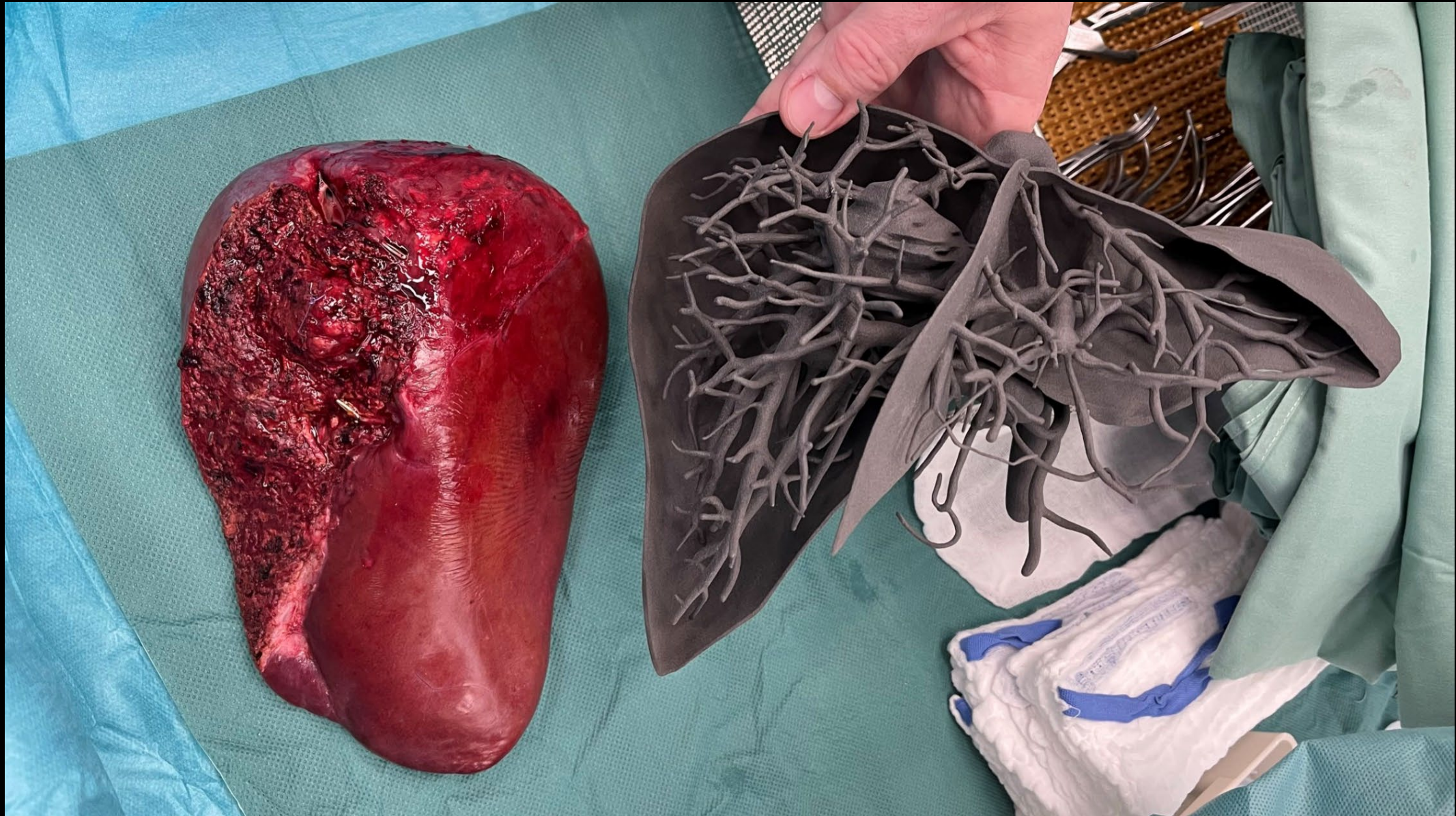
- CT Topogram 0,20 Tr20 cor
- CT Nativ 5,00 Br40 ax Q2
- CT Nativ 0,80 Qr40 Q2
- CT Nativ 0,80 Qr40 Q2 SPP\_ME70
- CT Arterialni 5,00 Br40 ax Q2
- CT Arterialni 5,00 Br40 sag Q2
- CT Arterialni 5,00 Br40 cor Q2
- CT Arterialni 0,80 Qr40 Q2
- CT Arterialni 0,80 Qr40 Q2 SPP\_ME55
- CT Venozni 5,00 Br40 ax Q2
- CT Venozni 5,00 Br40 sag Q2
- CT Venozni 5,00 Br40 cor Q2
- CT Venozni 0,80 Qr40 Q2
- CT Venozni 0,80 Qr40 Q2 SPP\_ME70
- CT Patient Protocol

SE Table Segmentations

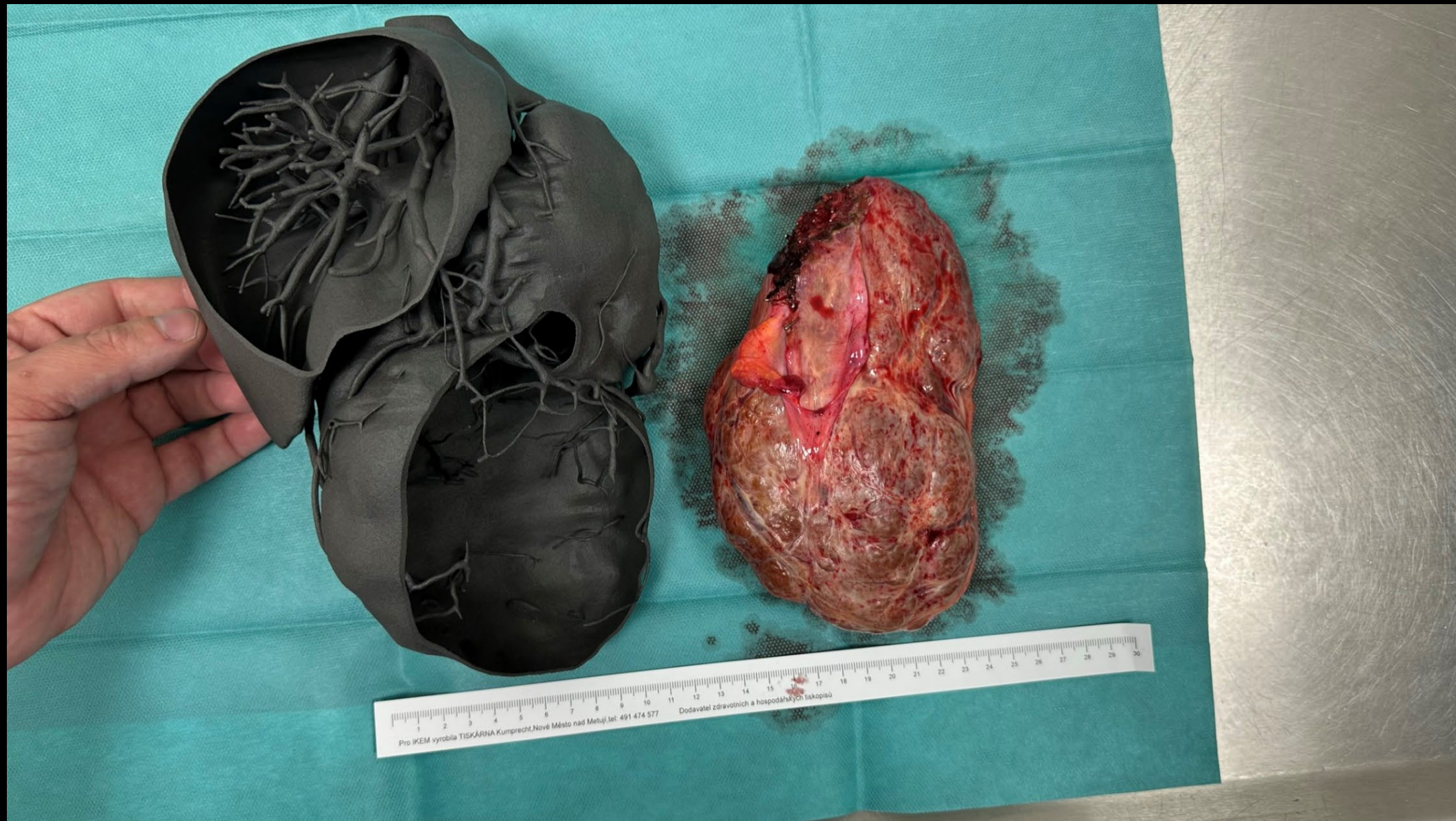
SE Table Segmentations











Pro IKEM vyrobila TISKARNA Kumprecht, Nové Město nad Metují, tel: 491 474 577  
Dodavatel zdravotních a hospodářských liskopisů



# XR v chirurgickém plánování

- 3D vizualizace 3D dat (CT/MRI)
- Lepší než vizualizace podobné 3DPDF
- VR vizualizace prohlubuje porozumění 3D strukturám anatomie pacienta
- Předchozí realizace: koronární bypass, stříhání intrakraniálního aneuryzmatu, plánování osteotomie, Kawasakiho choroba
- **Výsledky = předpokládaný nižší počet komplikací při zákrocích**



# Omezení stávajících studií a komerčních řešení

- Časová a technická náročnost
- Finanční a lidské zdroje
- Příliš široké zaměření
- Nízká škálovatelnost řešení
- Chybějící kvantitativní studie ověřující přínosy XR v klinickém prostředí



# Omezení stávajících studií a komerčních řešení

**1**

## Škálovatelnost a integrace

Současné VR systémy postrádají škálovatelnost napříč různými lékařskými obory a postupy. Potřeba modulárních a rozšiřitelných platforem, které se bezproblémově integrují.

**2**

## Uživatelské rozhraní

Nedostatek standardizovaného uživatelského rozhraní komplikuje přijetí a použitelnost klinickými odborníky.

**3**

## Integrace se stávajícími lékařskými protokoly

Současné systémy VR často vyžadují nerealistické lékařské protokoly.

**4**

## Validace a klinická hodnocení

Nedostatečná validace a klinické studie k prokázání účinnosti a bezpečnosti systémů VR v reálném lékařském prostředí.

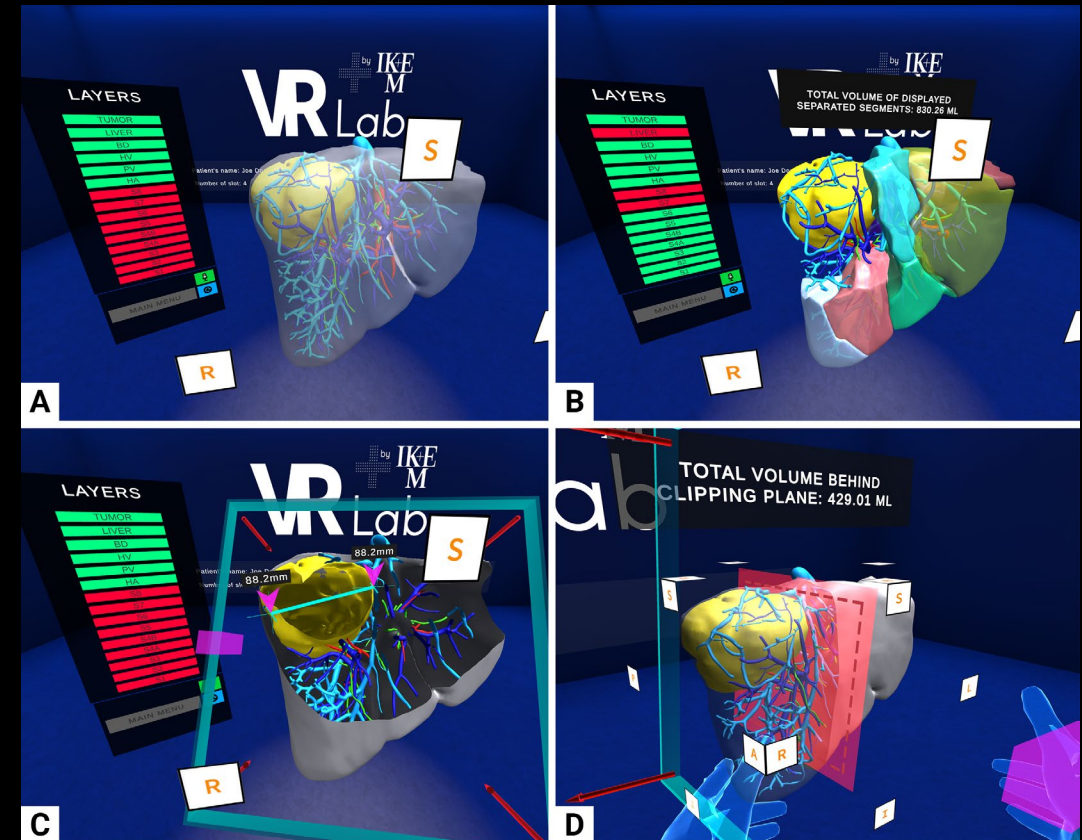
**5**

## Náklady a dostupnost

Vysoké náklady a technické požadavky omezují dostupnost pro mnoho zdravotnických zařízení.

# Projekt VRLab

- **Navrhli jsme společný CT a MRI akviziční protokol**
  - Umožňuje vysoce detailní rekonstrukci anatomie jater specifické pro pacienta.
  - Zajišťuje přesné a komplexní 3D modely pro plánování chirurgických zákroků.
- **Vytvořili jsme a implementovali sadu nástrojů do systému VRLab**
  - Systém podporuje specifické postupy při plánování resekce jater.
  - Systém obsahuje nástroje pro odhad objemu v reálném čase, odřezávání a měření.
  - Systém je přizpůsoben jak pro neanatomické tak anatomické resekce.
  - Systém je schopný propojit více uživatelů napříč kontinenty.



Vizualizace jaterních struktur včetně nádoru pomocí pop-up menu systému vrstev vlevo (A). Vizualizace zbývajících jaterních segmentů po virtuální segmentektomii segmentů 7 a 8 se zobrazeným zbytkovým objemem nad orgánem (B). Nasazení ClippingPlane a Interactive Ruleru při kontrole vnitřních jaterních struktur a měření rozsahu nádoru do okolních tkání (C). Virtuální plánování resekce pomocí řezné roviny se zbývajícím vypočteným objemem v reálném čase zobrazeným nad orgánem (D).



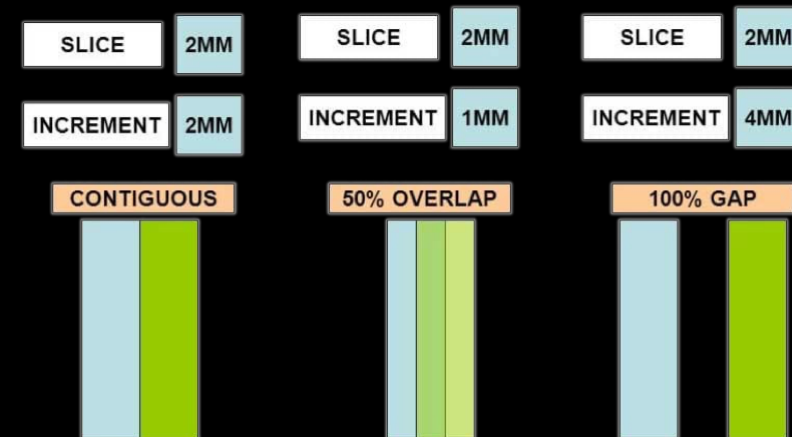
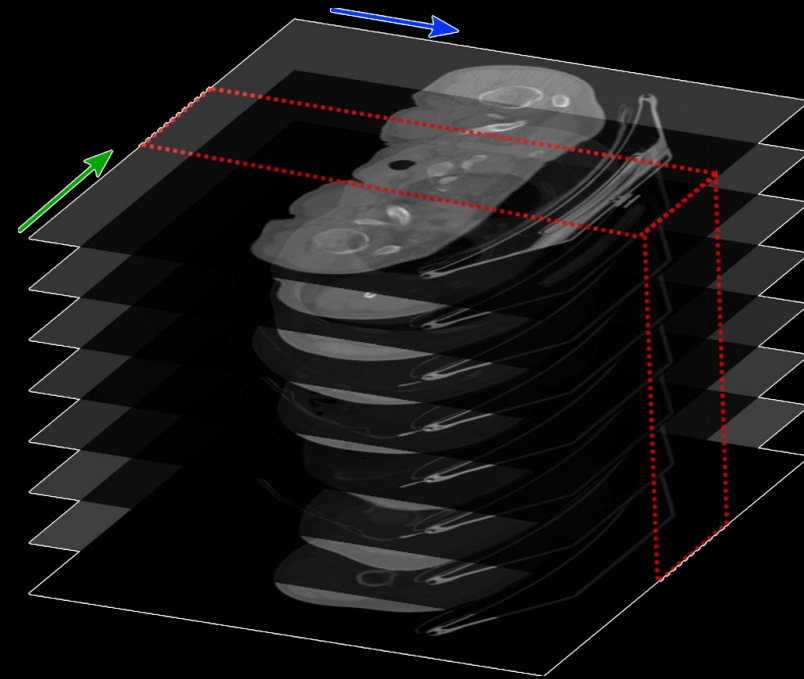
# Klinická diagnostika a generování dat

- MRCP and T2

- Rozlišení 260x260
- Načasování sekvencí radiofrekvenčních pulzů používaných k vytvoření snímků T2 vede k obrazům, které zvýrazňují léze a nádory.
- MRCP se používá k zobrazení žlučových ces

- CT

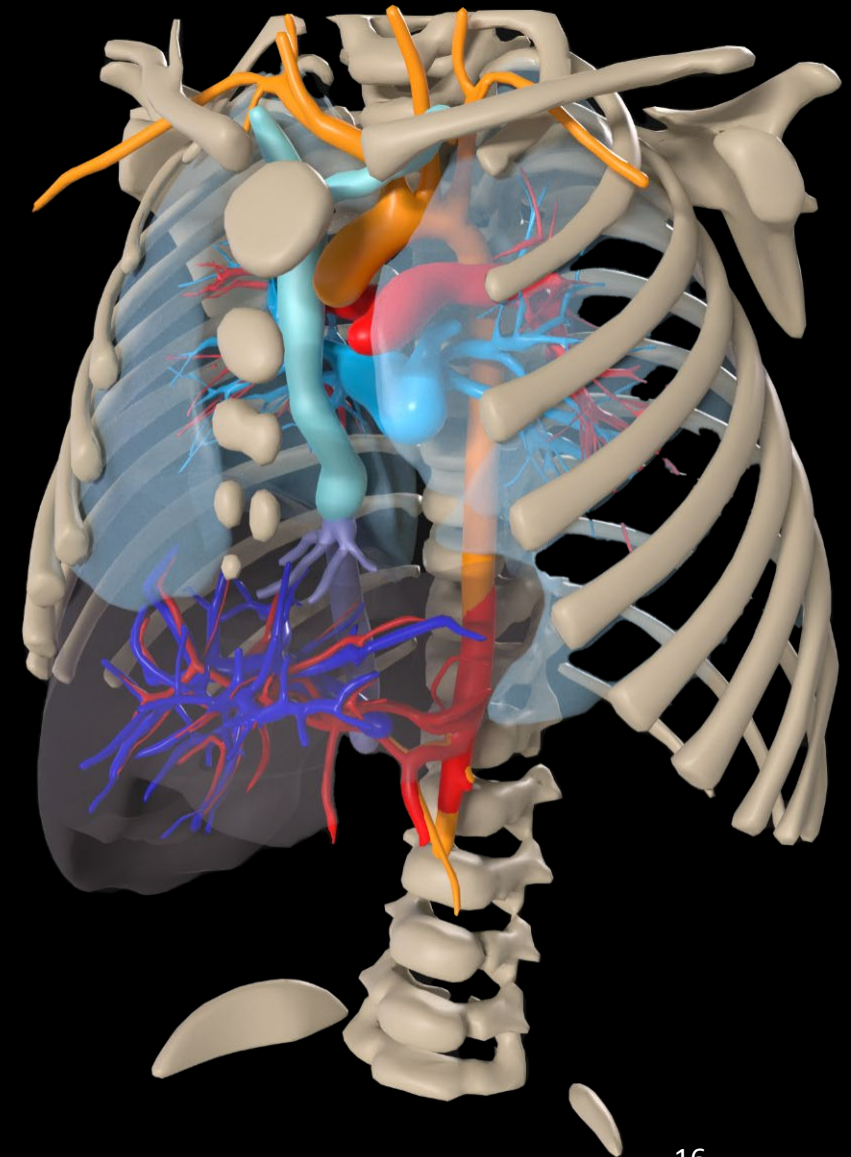
- Šíře obrazu 0.6 – 1 mm, inkrement 0.45 – 0.6
- Rozlišení 512 x 512 nebo 768 x 768 (preferovaná volba)
- Nitrožilní podání jodové kontrastní látky (nutné dostatečné množství a rychlost jako u angiografie)
- Pro rekonstrukce VR nutné obrazy v arteriální, venózní a event. v pozdní fázi (pro lepší zobrazení léze)



# Fúze CT&MR a registrace dat u dárce a příjemce jater

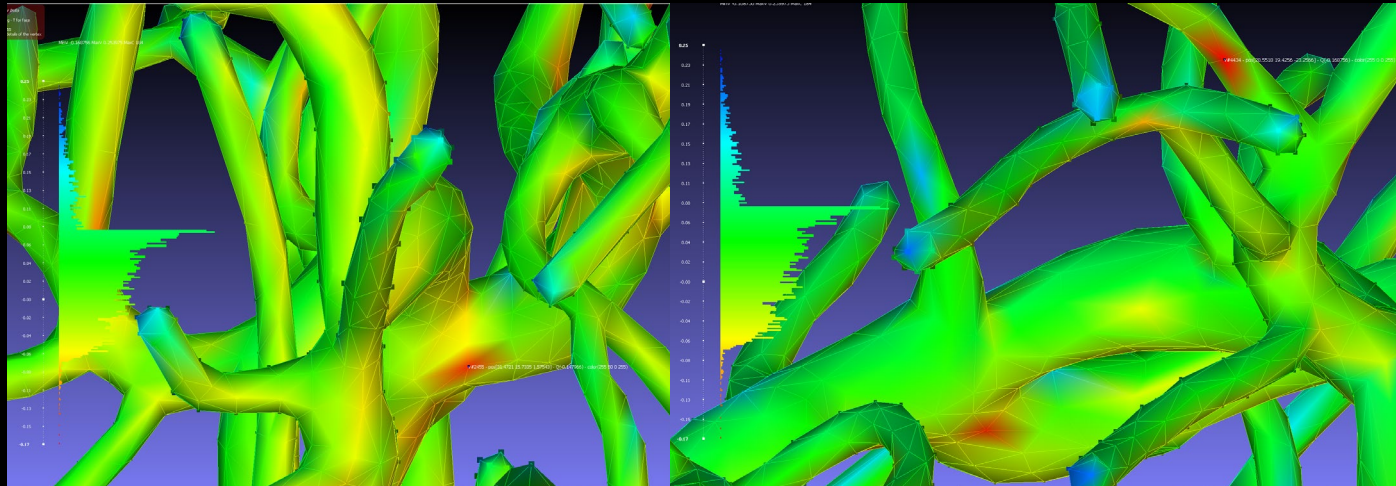
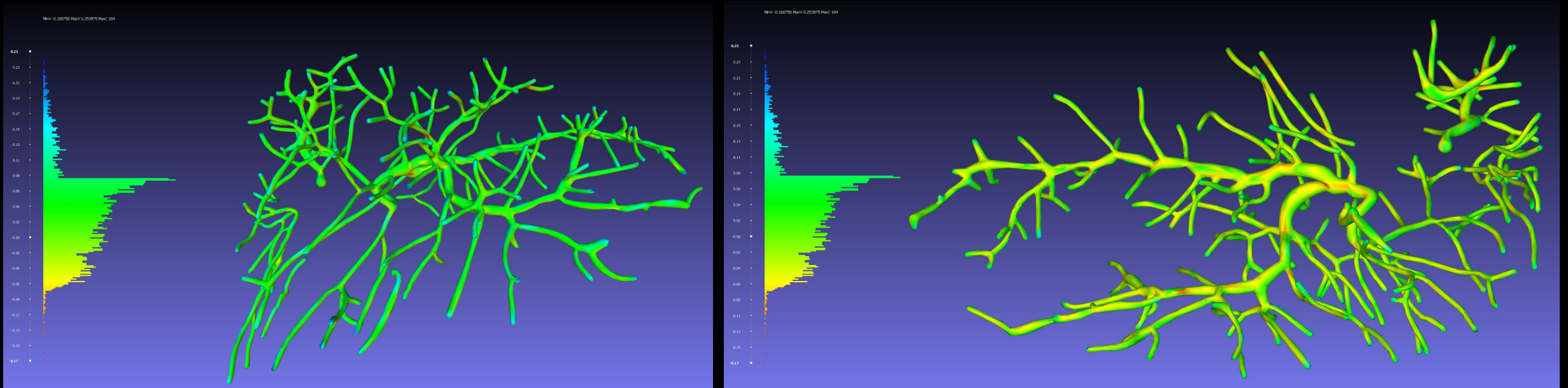


# Příklad segmentace anatomických povrchových modelů: (MDR EU 2017/745)



# Validace 1:

Porovnání před a po optimalizaci žlučových cest - (Distance from Reference Mesh)

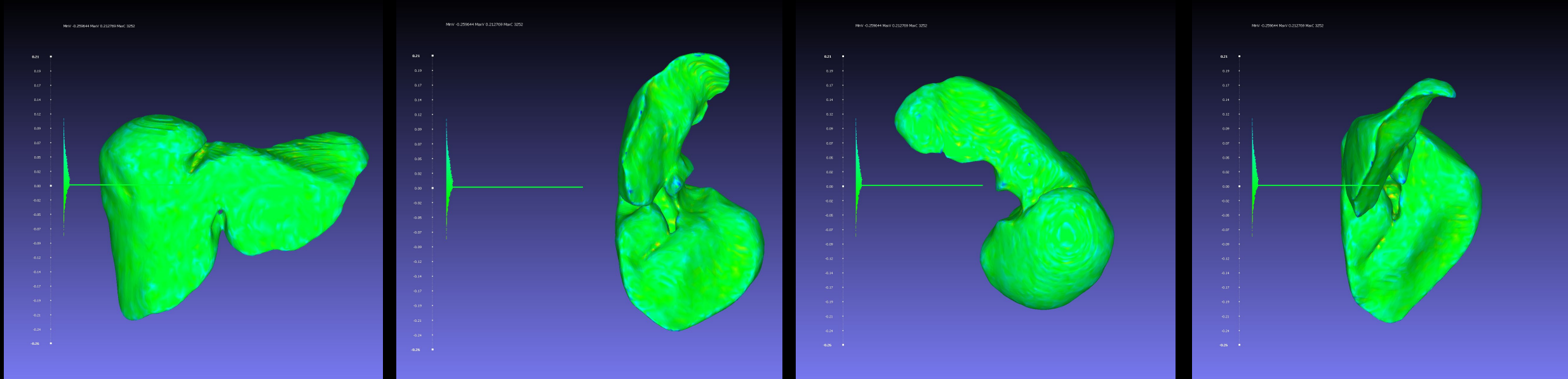


Maximální rozdíl komprese (červená) je -0,13 mm a maximální expanze (modrá) je 0,25 mm v 3D síťovém znázornění žlučových cest. Konečný počet vrcholů 8500.



# Validace 2:

*Srovnání před a po optimalizaci v jaterní tkáni - (Distance from Reference Mesh)*



Maximální rozdíl komprese (červená) je -0,26 mm a maximální expanze (modrá) je 0,21 mm v 3D modelu reprezentující jaterní tkáň. Konečný počet vrcholů 9149.

# Validace 3:

Srovnání skutečného objemu vs. 3D CT volumetrie vs. VRLab

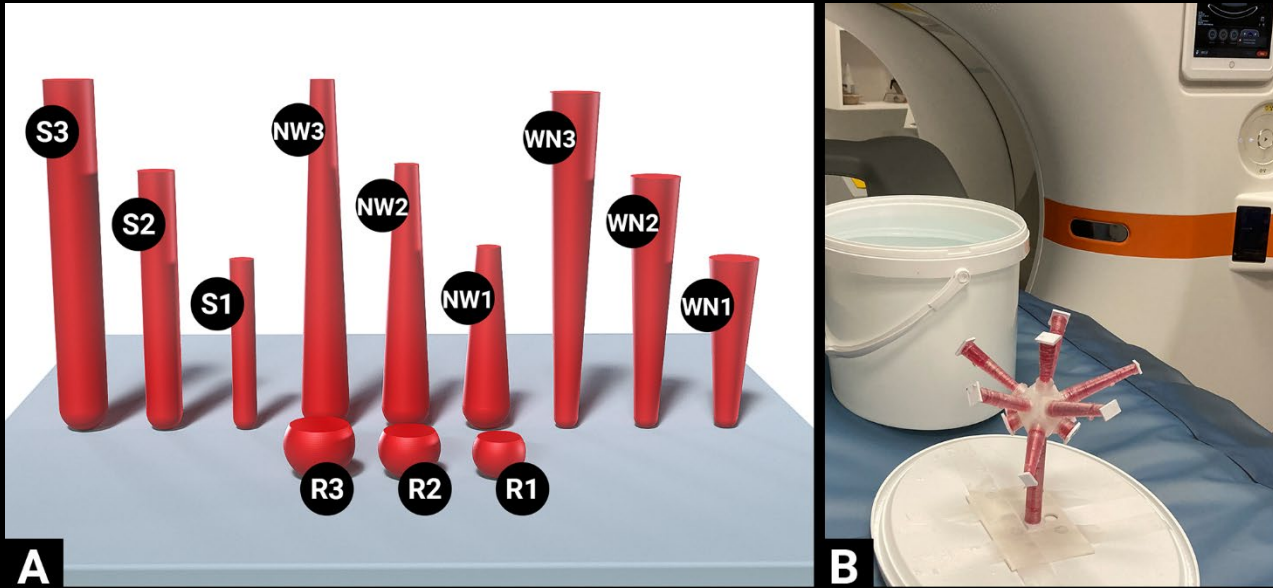
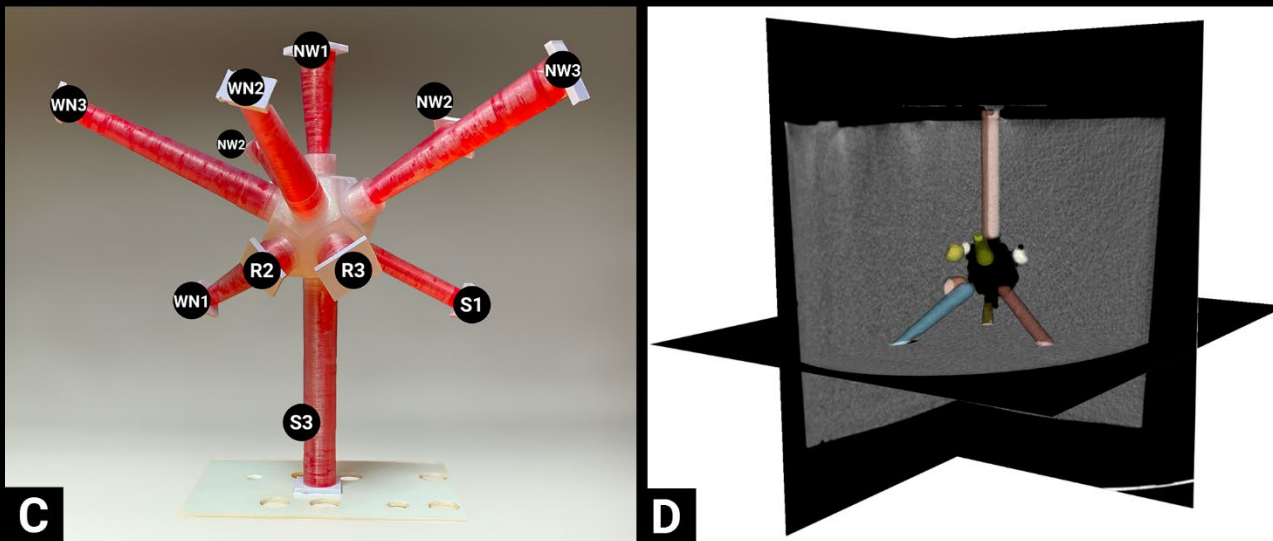


Table 4.1: Measurement of volume of CT phantom containers by different volume estimation methods.

Container	GT (ml)	Scalar Volume 3D Slicer (ml)	VRLab (ml)
R1	0.75	0.77	0.77
R2	1.15	1.14	1.14
R3	1.75	1.77	1.77
S1	1.10	1.11	1.11
S2	3.75	3.77	3.77
S3	8.80	8.86	8.87
WN1	2.80	2.87	2.87
WN2	4.10	4.12	4.11
WN3	5.25	5.20	5.21
NW1	2.50	2.58	2.58
NW2	3.85	3.97	3.97
NW3	5.05	5.08	5.09



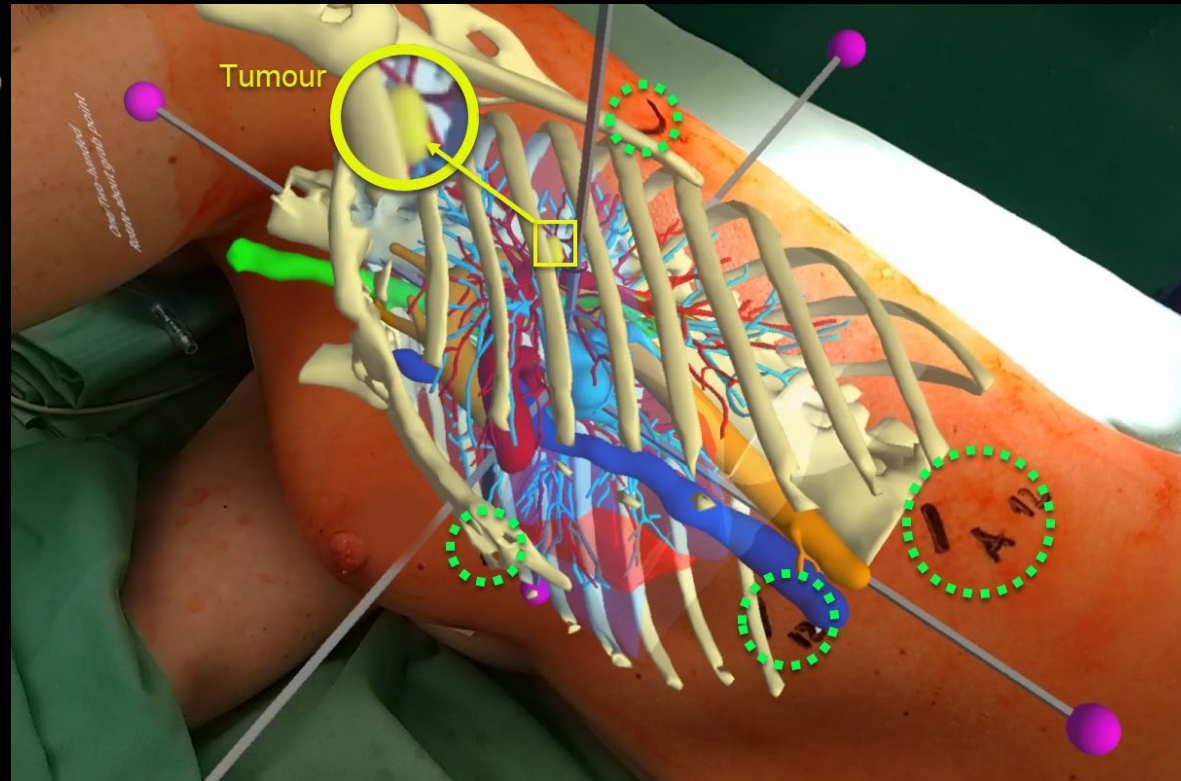
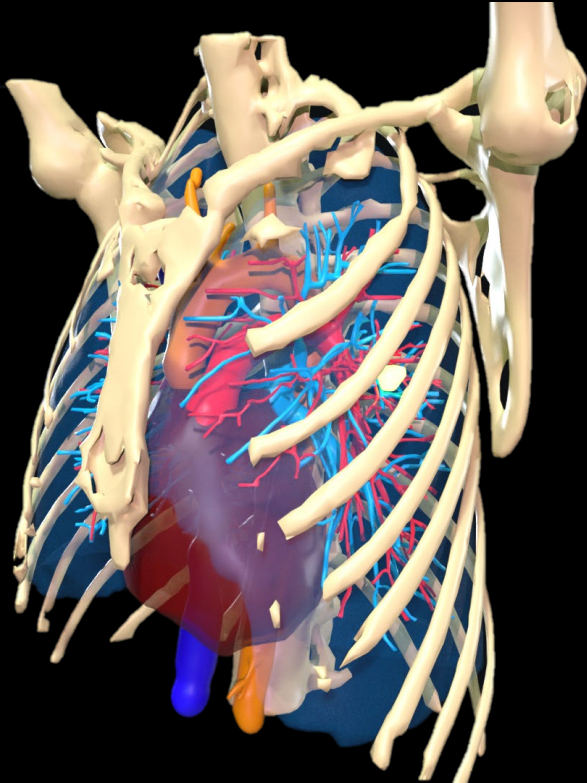
Digitální zobrazení vnitřního tvaru jednotlivých nádob (A). Sestavené kontejnery do fantomu (C), který byl poté připevněn na víko desetilitrového kbelíku naplněného vodou (B). Zobrazení segmentovaných nádob naplněných kontrastní tekutinou (D). R znamená zaoblené nádoby, S pro rovné válcové nádoby, WN (široký až úzký) pro válcové nádoby začínající s větším průměrem u kořene soupravy než na vnějším konci, a NW (narrow to wide - úzký k širokému) představuje válcové kontejnery s užším průměrem u kořene soupravy a širším průměrem na vnějším konci soupravy. Přidané číslo představuje velikost, menší číslo se rovná menšímu provedení daného typu nádoby a naopak.



# Příklad použití VRLab



# VRLab v během zavádění trocaru Da Vinci Xi





# VR Lab FittingRoom



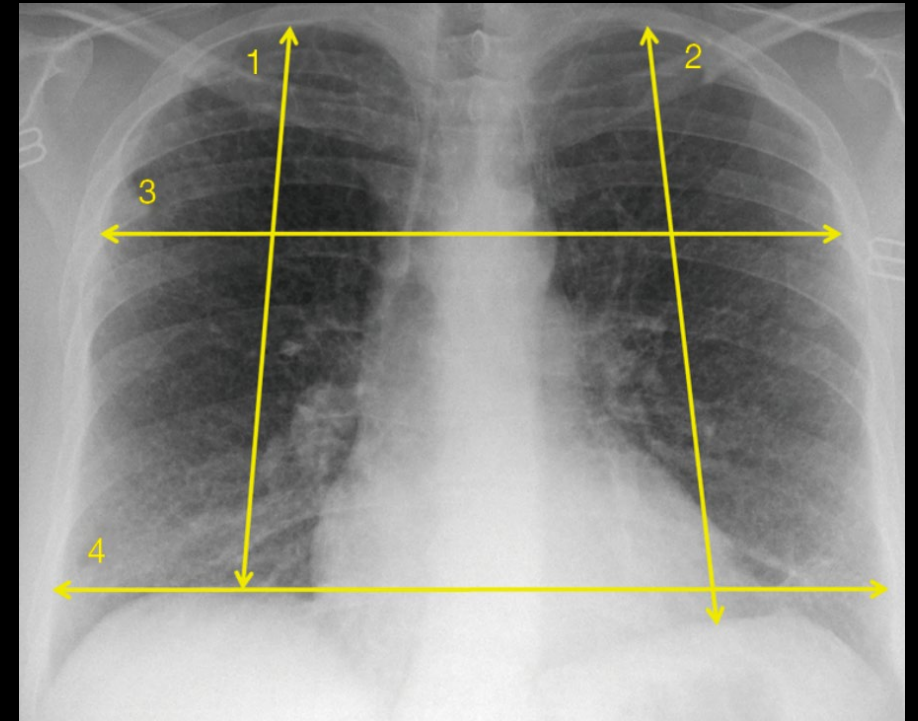
# Momentální metody při size-matchingu v transplantaci

- **Size matching u TX jater:**

- Založeno na prediktivních modelech, generalizovaných rovnicích, či 3DCT volumetrie jater LD vs LR.
- **Limitace:** Dostupné modely neberou v potaz anatomii příjemceva thoraxu, abdomenu, hranice bránice, či tvar jater příjemce.

- **Size matching u TX plic:**

- Založeno na několika metodách včetně pTLC, pTLV, 3DCT volumetrie, spirometrické měření.
- **Limitace:** Spirometrie měří jen funkční část plic, pTLC je pouze odhad založený na demografických údajích, 3DCT volumetrie nebere v potaz velikost jednotlivých laloků či velikost thoraxu.

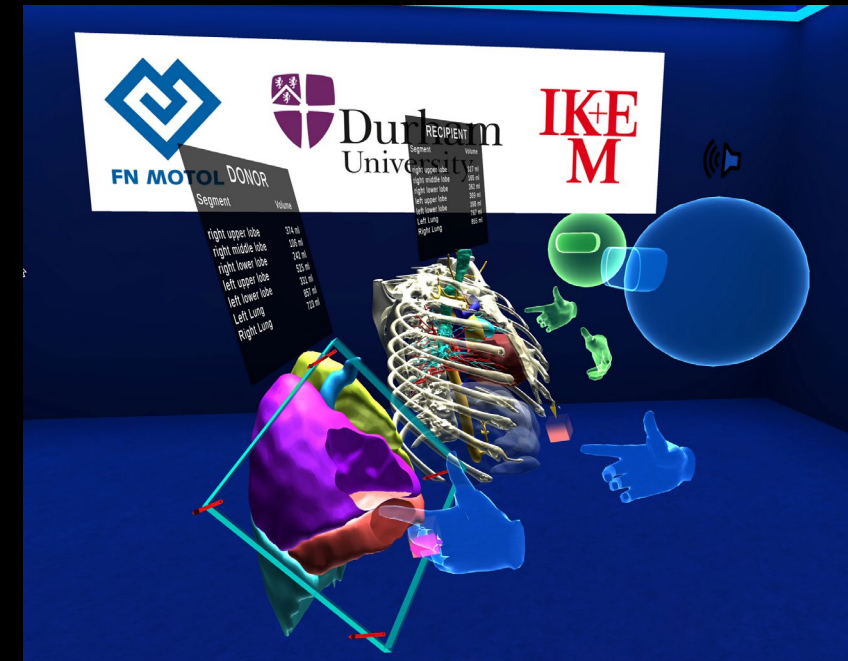
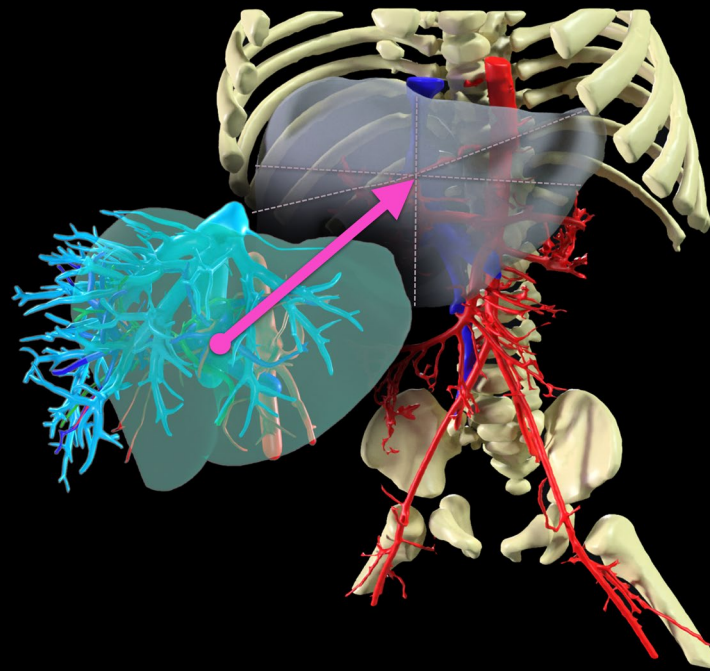


$$\text{pTLC (liters)} = (7.99 \cdot \text{height in meters}) - 7.08$$

# Virtuální size-matching – Fitting Room

*posouzení anatomické kompatibility mezi dárce a příjemcem v aplikaci VRLab*

- Personalizovaná metoda pro hodnocení anatomické kompatibility mezi dárce a příjemcem
- Využití abundantního zdroje patientských dat
- Zajištění lepšího size matchingu mezi dárce a příjemcem
- Snížení počtu komplikací spojených s redukcí či jinou alternací štěpu

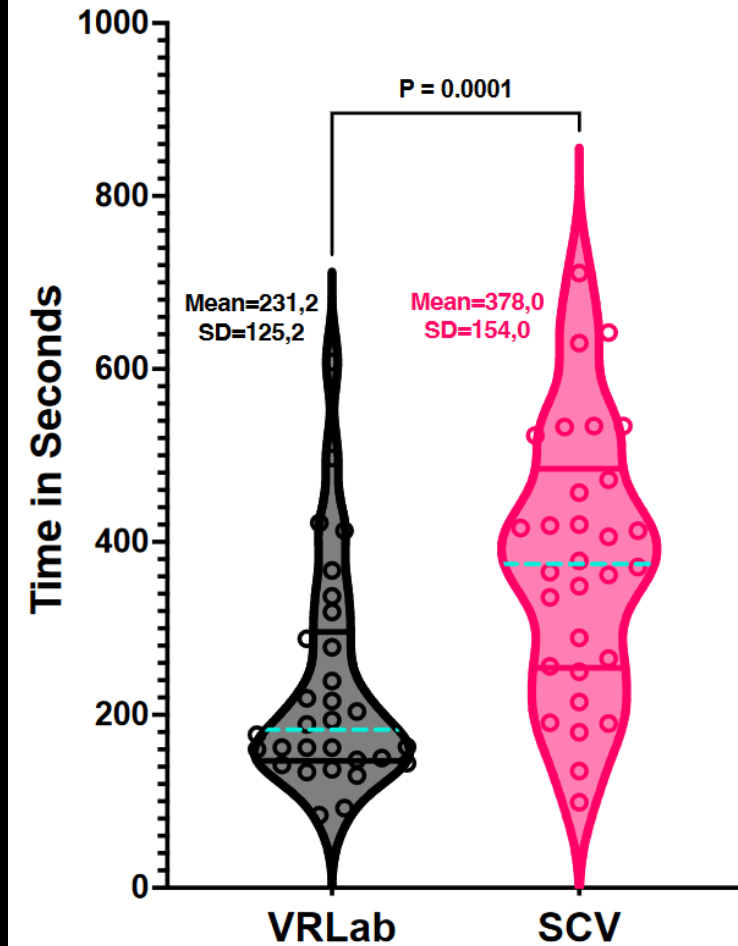




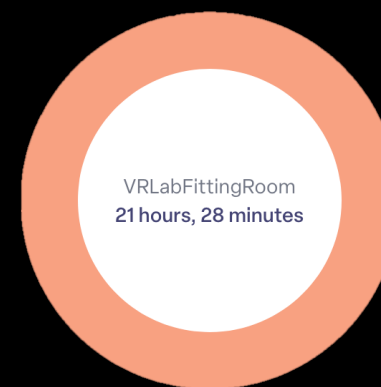
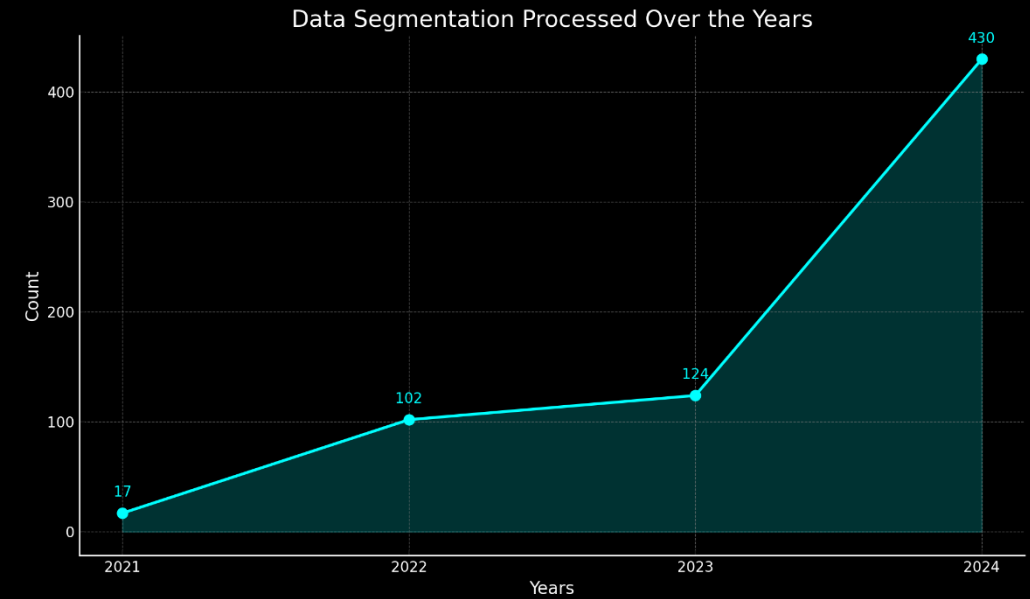
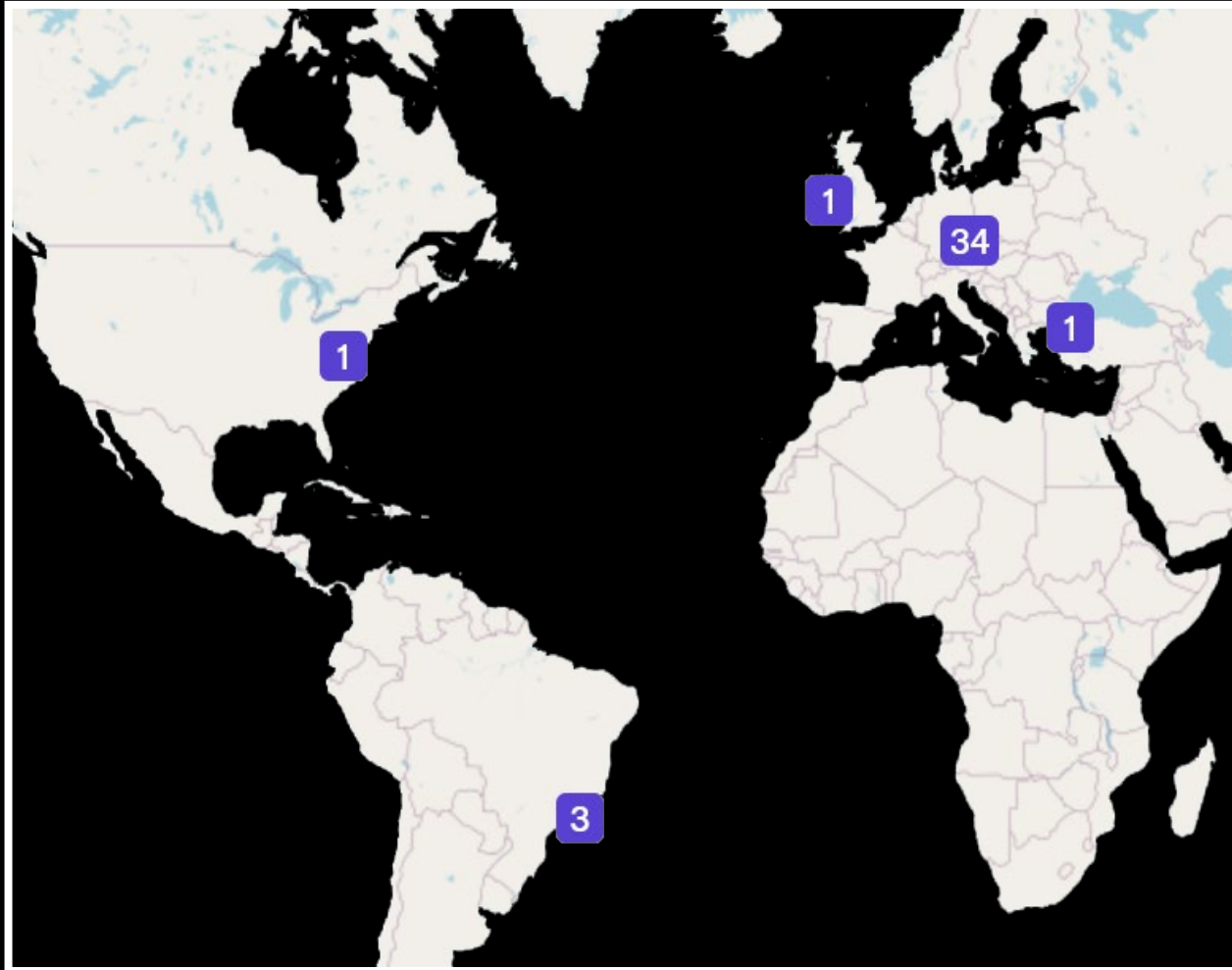
# Předběžné výsledky

- 660+ pacientů indikováno/kontraindikováno pro procedury
- Vytvoření protokolu MDT
- Rozšíření systému do zahraničních MDT
- Rychlejší porozumění specifické anatomii pacienta ve VRLab ( $p > 0.04$ )
- Lepší předvídatelnost vedoucí k menšímu počtu komplikací na základě aktuální studie ( $p > 0.02$ )
- Test použitelnosti (SUS) = 94.50
- Optimalizace procesu přípravy dat (do 25 min)

## Task Completion Times VRLab vs SCV



# Statistika z klinického nasazení





# David Sibřina

Institute for Clinical and Experimental Medicine

Vídeňská 1958/9 140 21 Praha 4

[david.sibrina@ikem.cz](mailto:david.sibrina@ikem.cz)

+420 608 715 676