

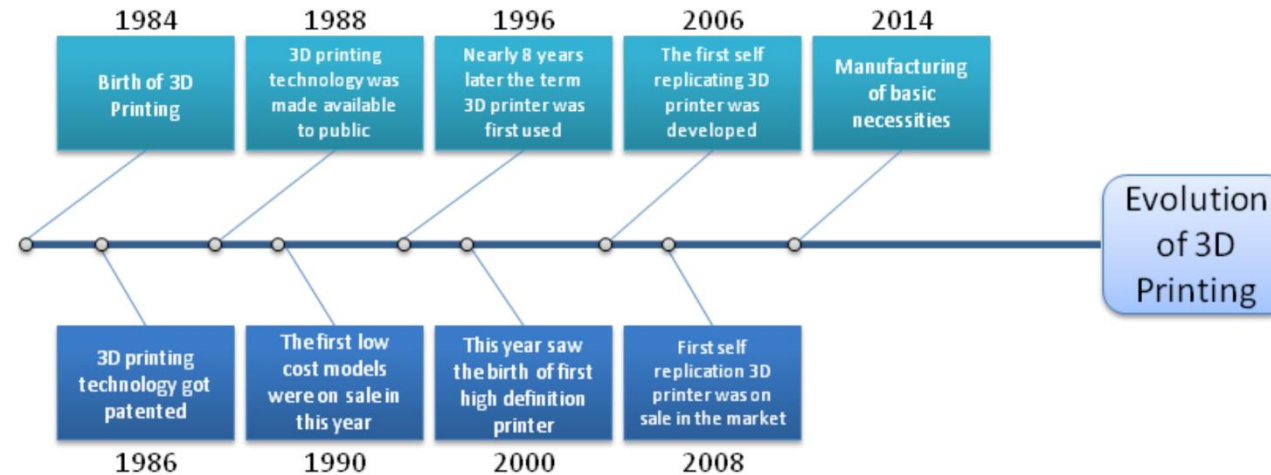
# Možnosti využití 3D tisku v úrazové chirurgii

Krtička M, Chovanec M, Šrámek J  
*Klinika úrazové chirurgie FN Brno a LF MU*

# Historie 3D tisku v medicíně



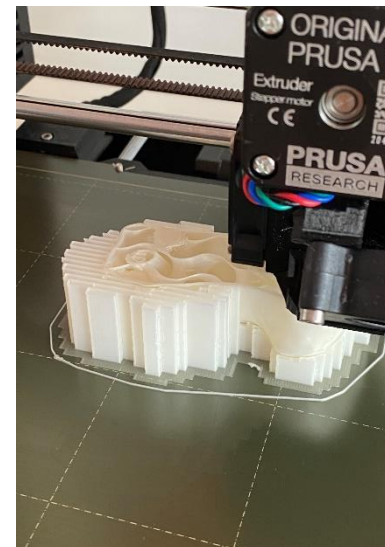
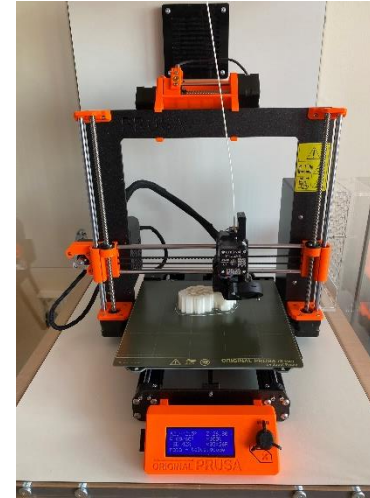
Charles Hull



- 3D tisk byl poprvé použit pro lékařské účely v 90. letech 20 století (zubní implantáty na zakázku)
- V roce 2008 vědcům podařilo vyrobit první 3D tištěnou protézu nohy.
- V roce 2012 se podařilo vytisknout 3D tiskem dolní čelist.

# Fused Deposition Modeling (FDM)

- levný
- větší tiskový objem (pánev)
- čistý proces
  
- Vs
  
- dlouhá doba tisku
- méně detailní



# Stereolitografie (SL)

- polymerizace pryskyřice pomocí UV osvitů přes LCD displej
- mytí IPA, sušení, vytvrzení

vs

- rychlý 1,5h vs 12h
- detailní
- Vyšší cena zařízení a materiálu (5-10x)
- špinavý proces



# Custom made ortézy

- termoplast
- tisk v ploše - polotovar (rychlost, stack)
- teplota modelování 60°C (horká voda, fén, horkovzdušná pistole)



# Fyziologické modely skeletu

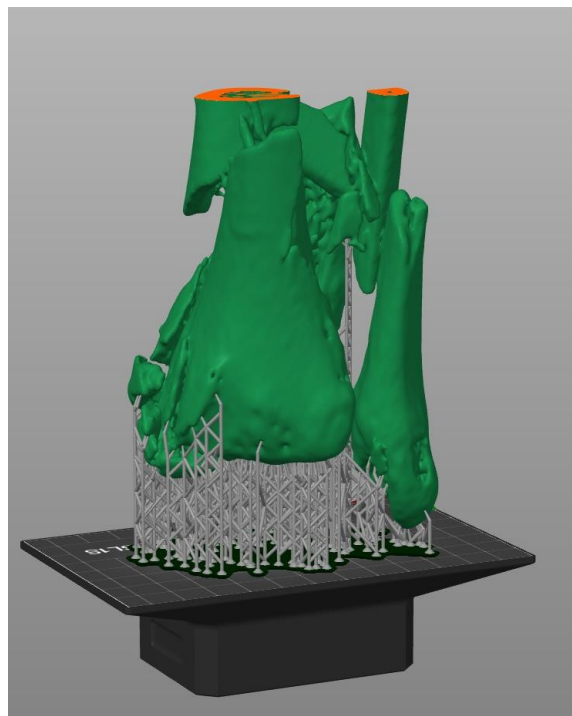
- edukace studentů / absolventů
- edukace a příprava s pacientem – lepší compliance



# Fyziologické modely skeletu



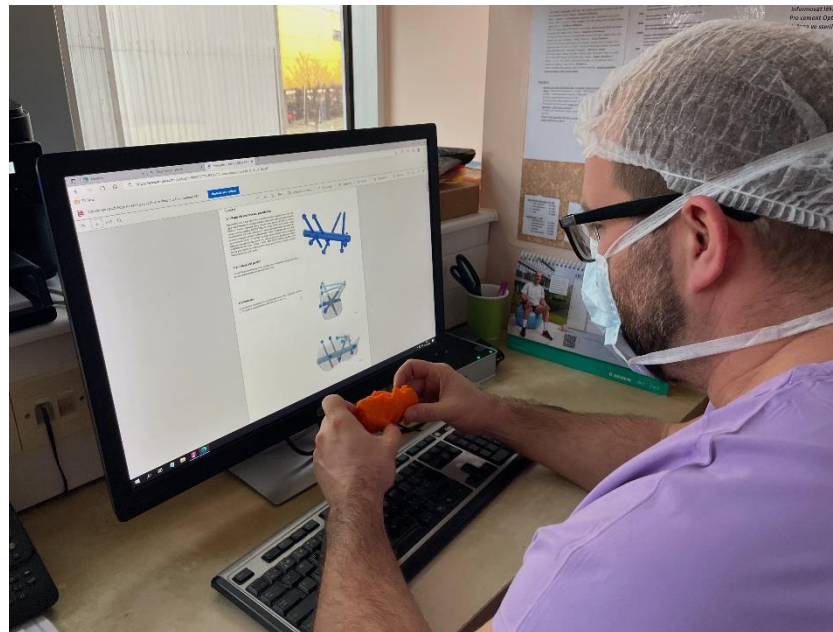
# Modelování komplexních zlomenin





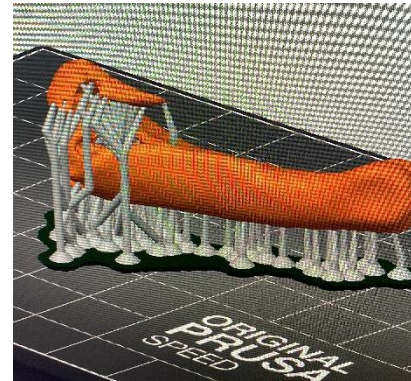
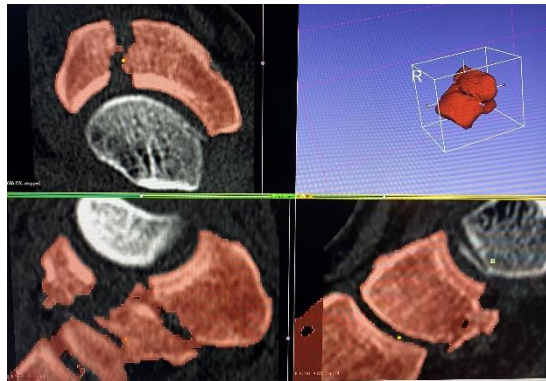
# Předoperační plánování

- lepší představa o vztahu fragmentů, orientaci v prostoru
- menší „moment překvapení“ ze skutečného stavu zlomeniny



# Předoperační plánování

- možnost stanovení délky šroubů
- možnost namodelování dlahy (kontralaterálně vzor a zrcadlení)



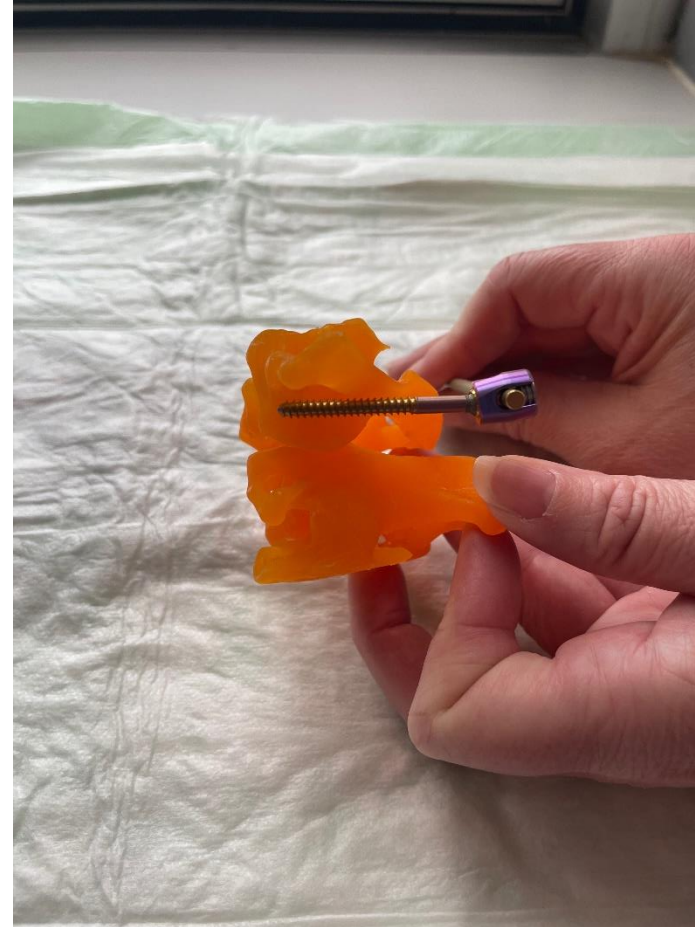
# Předoperační plánování



# Předoperační plánování



# Předoperační plánování

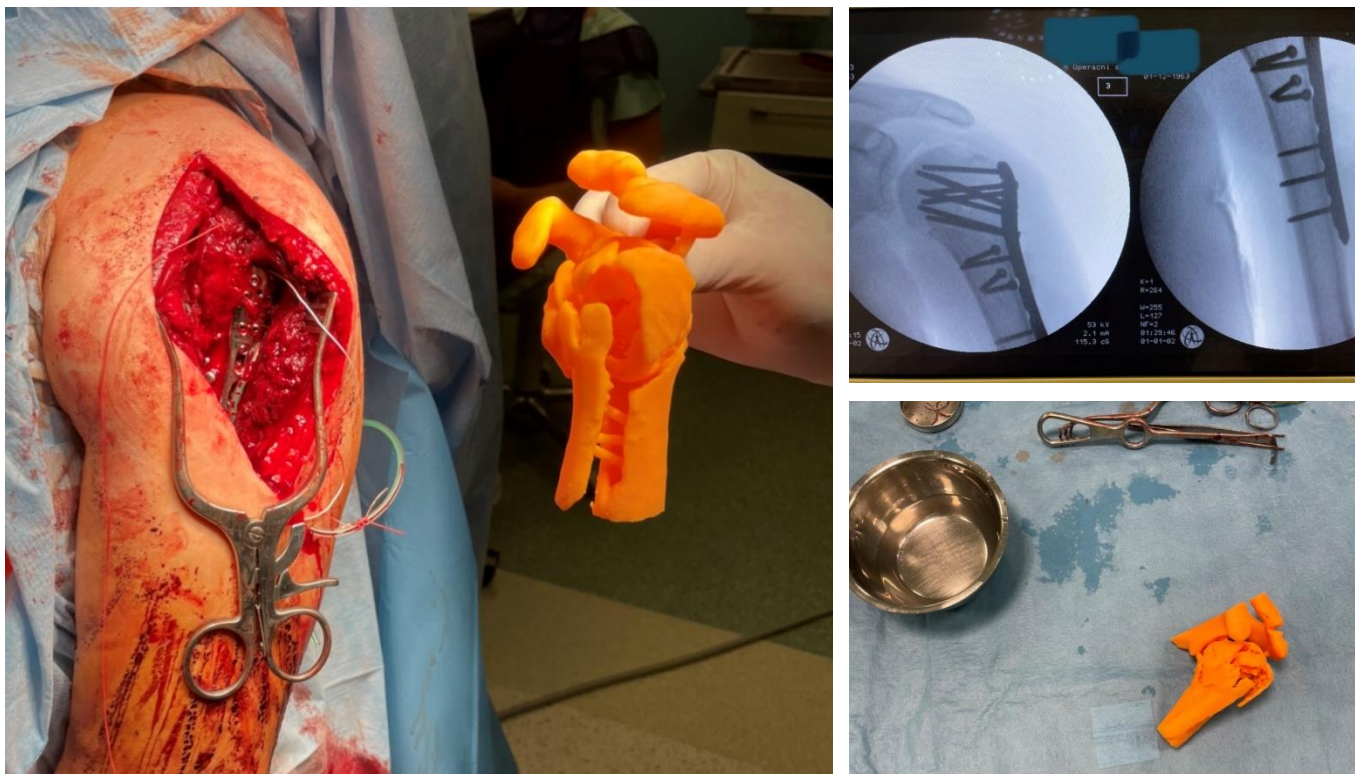


# Použití modelu peroperačně

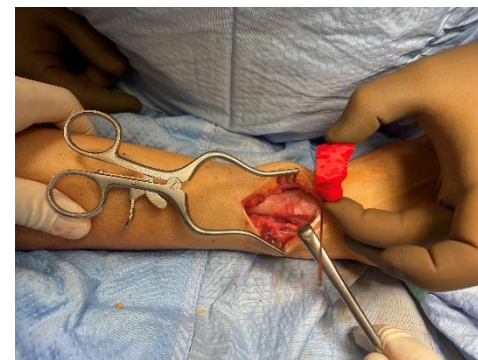
- sterilizace modelu plazmou
- nelze implantovat
- práce na certifikaci materiálu jako zdravotního prostředku



# Použití modelu peroperačně



# Korekční osteotomie distálního radia





**Komplexní využití metod 3D tisku v rámci etapového ošetření pacienta se ztrátovou, otevřenou, pantalární luxací – kazuistika.**

# Úvod

# Kost hlezenní (talus) a jeho specifika



- Odpovídá za přenos tělesné hmotnosti a sil procházejících mezi dolní končetinou a chodidlem.
- 2/3 povrchu talu pokrývá chrupavka.
- Součástí 3 důležitých kloubů zadonoží.
- Celkem se na něj upíná 7 vazivových struktur.
- Nemá žádné svalové úpony.
- Chabé cévní zásobení.



# Pantalární luxace



Jedná se o vykloubení talu z tibiotalárního, subtalárního a talonavikulárního kloubu. Velmi často je spojeno s přidruženými zlomeninami (kotníky, tělo nebo krček talu).

# Epidemiologie



Study	Year	No. of patients	Soft-tissue attachment	Talus replacement	Follow-up (years)	Complication
Collins and Collins <sup>1</sup>	1939	1	Yes	Yes	0.7	Infection
McCurich <sup>2</sup>	1941	1	No	No	-	-
Mindell et al. <sup>3</sup>	1963	1	Yes	Yes	0.5	Avascular necrosis (AVN)
Detenbeck and Kelly <sup>4</sup>	1969	3	-	Yes	-	AVN (n=1), osteomyelitis (n=1), both (n=1)
O'Brien <sup>5</sup>	1975	1	-	Yes	1.5	Osteoarthritis
Ritsema <sup>6</sup>	1988	2	-	Yes	3 and 4	None
Hiraizumi et al. <sup>7</sup>	1992	2	No	Yes (n=1)	2.5 (n=1)	AVN (n=1)
Marsh et al. <sup>8</sup>	1995	2	-	Yes	-	Infection (n=1)
Brewster and Maffulli <sup>9</sup>	1997	2	No	Yes	2 and 2.2	AVN (n=1)
Palomo-Traver et al. <sup>10</sup>	1997	1	Yes	Yes	4	None
Papaioannou et al. <sup>11</sup>	1998	1	-	No	-	-
Huang et al. <sup>12</sup>	2000	2	Yes	Yes	2 and 2.5	Osteoarthritis (n=1)
Assal and Stern <sup>13</sup>	2004	1	No	Yes	5	Osteoarthritis
Montoli et al. <sup>14</sup>	2004	1	No	No	-	-
Smith et al. <sup>15</sup>	2006	8	-	-	-	-
Stevens et al. <sup>16</sup>	2007	1	-	Yes	-	Infection
Koller et al. <sup>17</sup>	2007	1	-	No	-	-
Gulan et al. <sup>18</sup>	2009	1	-	No	-	-
Memisoglu and Hürmeýdan <sup>19</sup>	2009	1	Yes	Yes	1.5	None
Van postal and Vandeputte <sup>20</sup>	2009	1	Yes	Yes	1	None
Sutipornpalangkul et al. <sup>21</sup>	2009	1	-	Yes	1	AVN and infection
Fleming and Hurley <sup>22</sup>	2009	1	Yes	Yes	0.3	None
Ramesh et al. <sup>23</sup>	2010	3	Yes	Yes	2.2, 2.7, and 3.5	AVN (n=1)
Apostle et al. <sup>24</sup>	2010	1	No	Yes	5	AVN and osteoarthritis
Burston et al. <sup>25</sup>	2010	-	-	-	-	-
Choi et al. <sup>26</sup>	2011	1	No	Yes (tibiocalcaneal arthrodesis)	-	-
Burston et al. <sup>27</sup>	2011	1	No	Yes	3.8	AVN
Vaienti et al. <sup>28</sup>	2011	1	No	Yes	4	No

— Jedná se o raritní poranění.

— **0.06% všech vykloubení**

— **2% poranění talu**

# Mechanismus úrazu



- Vysokoenergetický
- Vzniká při excesivní dorsiplantiflexi v hlezenním kloubu v kombinaci se supinační nebo pronačním postavením nohy
- Typický pro motonehody

# Rizika při pantalární luxaci talu

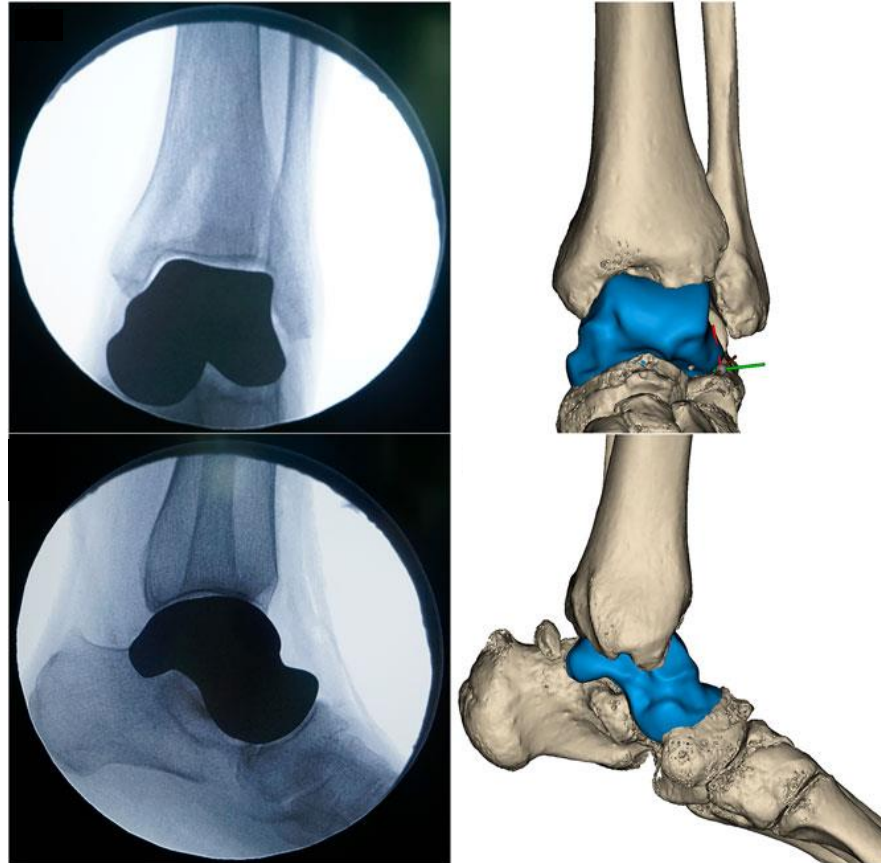
- Infekce – *March et al. (7/18 pacientů; 38%)*
- Avaskulární nekróza a kolaps talu - *Besch et al. (9/23 pacientů; 39%)*
- Tibiotalární/subtalární artróza - *Besch et al. (17/23 pacientů; 73%)*
- Neuspokojivý rozsah pohybu - *Besch et al. (11/23 pacientů; 48%)*

# Možnosti léčby

## TALECTOMIE + TIBIOCALCANEÁRNÍ ARTHRODÉZA



## TOTÁLNÍ NÁHRADA TALU



## BLAIROVA FÚZE



Ortiz-Cruz JR, Ojeda Boscana IL. Talar Extrusion, A Very Rare Sequela of Trauma: A Case Report. *Am J Case Rep.* 2019 Apr 23;20:575-579.

Anthony Van Bergeyk, Wesley Stotler, Timothy Beals, and Arthur Manoli, *Functional Outcome After Modified Blair Tibiotalar Arthrodesis for Talar Osteonecrosis.* *Foot & Ankle International* 2003 24:10, 765-770



**KAZUISTIKA**

– 43 letý muž, motonehoda, vysokoenergetické poranění, 3/2022

## Diagnostický souhrn:

Sdružené poranění

Traumatická ruptura intervertebrálního disku

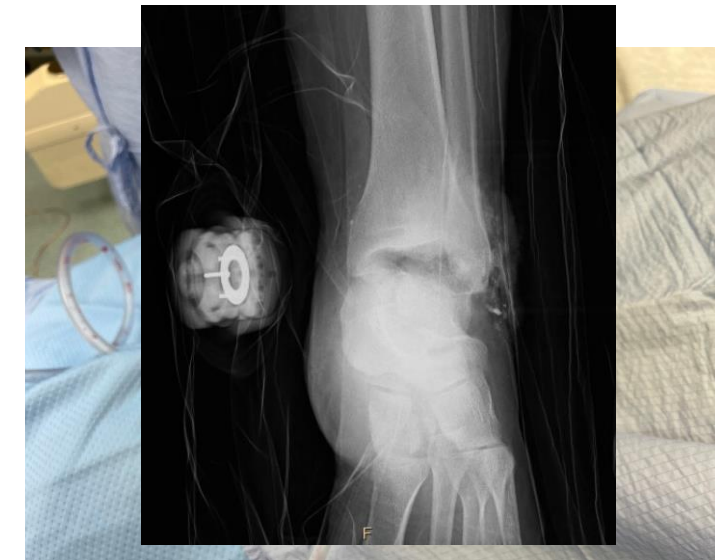
Paraparéza HKK

**Otevřená luxační ztrátová zlomenina talu vlevo**

Dislokovaná fraktura olecranu ulny vpravo

Fraktura nosních kostí

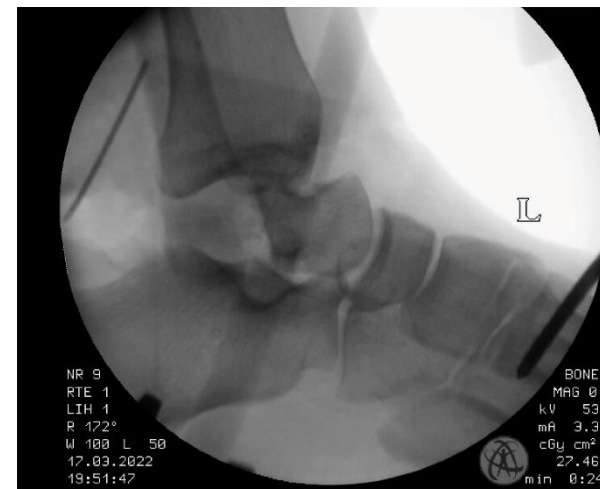
Mnohočetné exkoriace celého těla



# Operace č. 1 (DEN ÚRAZU)

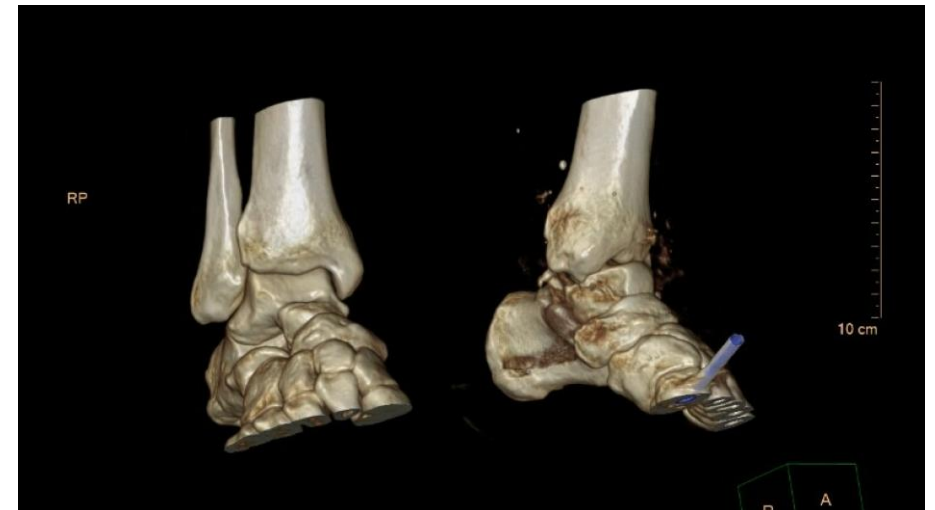


1. páteř – discectomie C5/6 + intervertebrální klec + dáža
2. Revize, debridment rány, laváž rány a pahýlu talu izotonickým roztokem s chlorhexidinem, repozice pahýlu talu, naložen hlezno přemostující zevní fixátor, podtlakové krytí, ATB terapie v 3 kombinaci



# Operace č. 2 (4 DNY PO ÚRAZU)

- Mikrobiologický stěr negativní, CRP 182
- Revize rány, stěr B+C, debridment, laváž rány, podtlakové krytí



- CT hlezenních kloubů oboustranně

*Příprava na 3D tisk formy pro anatomický na míru pacienta vyrobený cementový spacer.*

# Operace č. 3 (8 DNÍ PO ÚRAZU)

— Mikrobiologic



Revize, extirpace pahýlu talu, laváž kloubu, implantován „custom made“ antibiotický cementový spacer, sejmutí ZF.

# Příprava k finální operaci na kadaveru

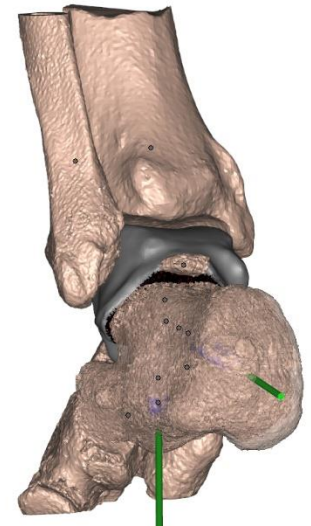
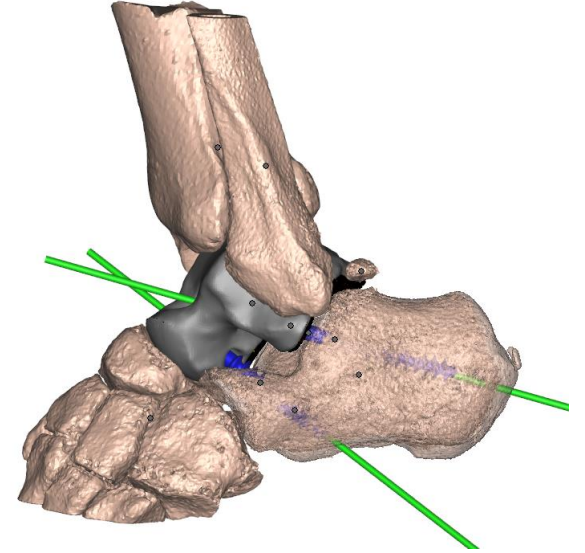
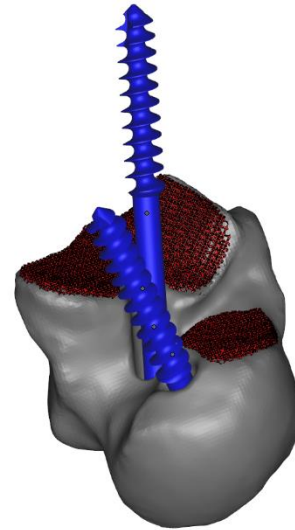
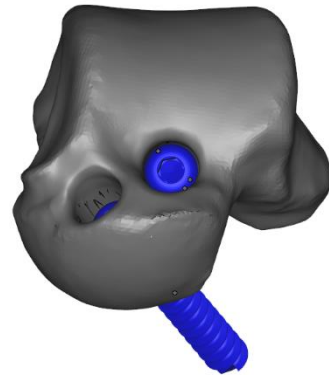
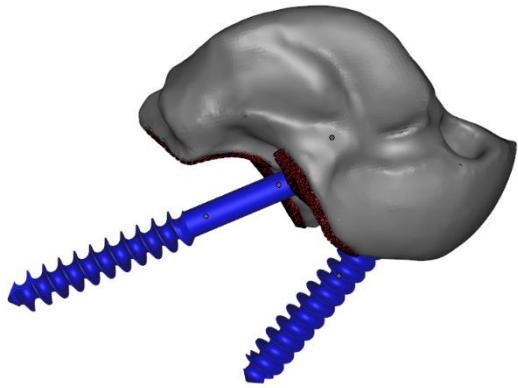


# Příprava k finální operaci na kadaveru



# Příprava 3D tištěné custom made náhrady talu

– Kooperace s firmou Prospan





# Operace č. 4 (10 TÝDNŮ OD ÚRAZU)

*Klidné jizvy; bez projevů zánětu; CRP 5,1; bez bolestí hlezna*



# Kontrola 8 týdnů po propuštění z nemocnice

- Vacoped ortéza byla naložena po dobu 8 týdnů, chůze o berlích s dozovaným došlapem.
- VAS 1-4, AOFAS = 66 bodů, FFI = 50%



# Follow up – rok od implantace

## LOKÁLNÍ NÁLEZ



# Follow up – rok od implantace

RTG



# Follow up – rok od implantace

## POHYB V HLEZNI:

Dorsiflexe 26°

Plantiflexe 15°

Inverse 20°

Everse 5°



**CHŮZE:** bez většího napadání



# Follow up – rok od implantace

## DENNÍ AKTIVITY

- Zaměstnán na plný úvazek, automechanik.
- Ujde v průměru více jak 8000 kroků denně
- Hobby: venčení psa

## VÝSLEDKY SKÓROVÁNÍ:

AOFAS – 82 bodů

FFI – 14%

VAS – 0–2body (v závislosti na počasí a denních aktivitách)



[krticka.milan@fnbrno.cz](mailto:krticka.milan@fnbrno.cz)



**DĚKUJI VÁM ZA POZORNOST.**