



2021. október 12.

3D nyomtatott Ti implantátumfejlesztés állatkísérletei támogatása termográfiai vizsgálatokkal

Projektazonosító: NTP-SZKOLL-20

Projekt cím: Implantátumok osteoszintézisének kutatása és trabekuláris szerkezet kifejlesztése Additive Manufacturing alkalmazásával

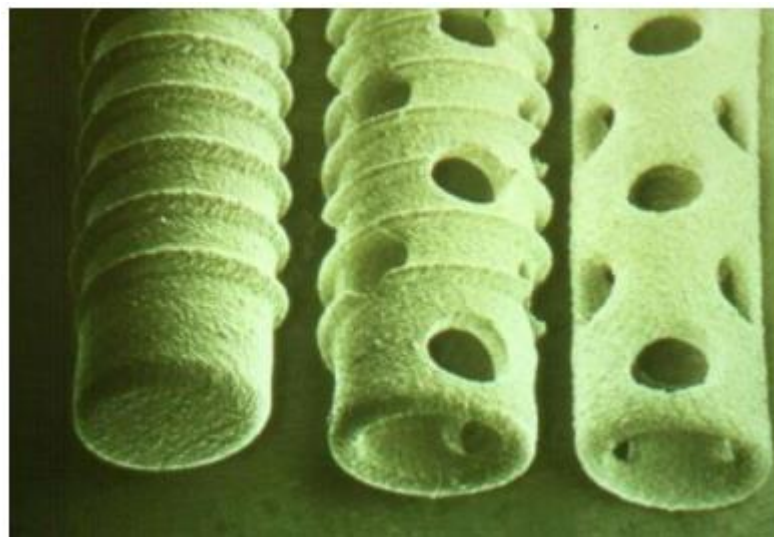


NTP-SZKOLL-20-0043 Robottechnikai Szakkollégium -
Tehetséggondozás és szakmai közösségépítés az OE ROSZ-
ban – 1 000 000 Ft támogatás

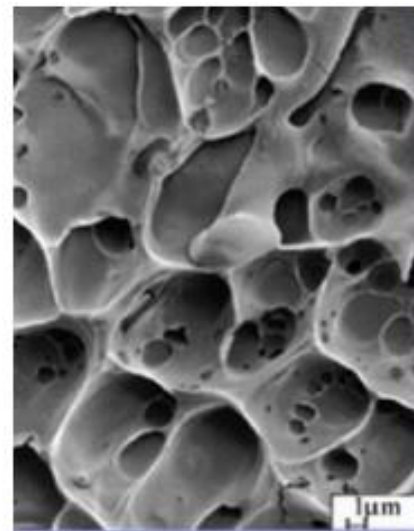


Projekt bemutatása, projektcél

- Csontpótlás kérdése
- Additive Manufacturing (AM) technológia
- Implantátumok → magasabb fokú biokompatibilitás és biofunkcionalitás az emberi szervezet számára
- Gyorsabb gyógyulás, jelentősen hosszabb idejű élettartam
- AM egyes különálló megoldásainak áttekintése
- Napi sebészi gyakorlathoz szükséges tapasztalatok összefoglalása
- Képfeldolgozási algoritmusokkal, állatkísérletekkel, klinikai vizsgálattal és mozgáselemző rendszerrel vizsgálni



Standard implantátum



Csontszövet

Állatkísérletek menete

- Általunk fejlesztett kísérleti implantátum-modellek
- Juhok térdízületeibe ültetés
- 15 kísérleti alany
- 6-6 különböző szerkezetű csap implantátum egység
- Műtétek és gyógyulási időszakok infrakamerával követése
- Rendellenes állapot gyors kiszűrése
- Hozzáadott információval segíteni

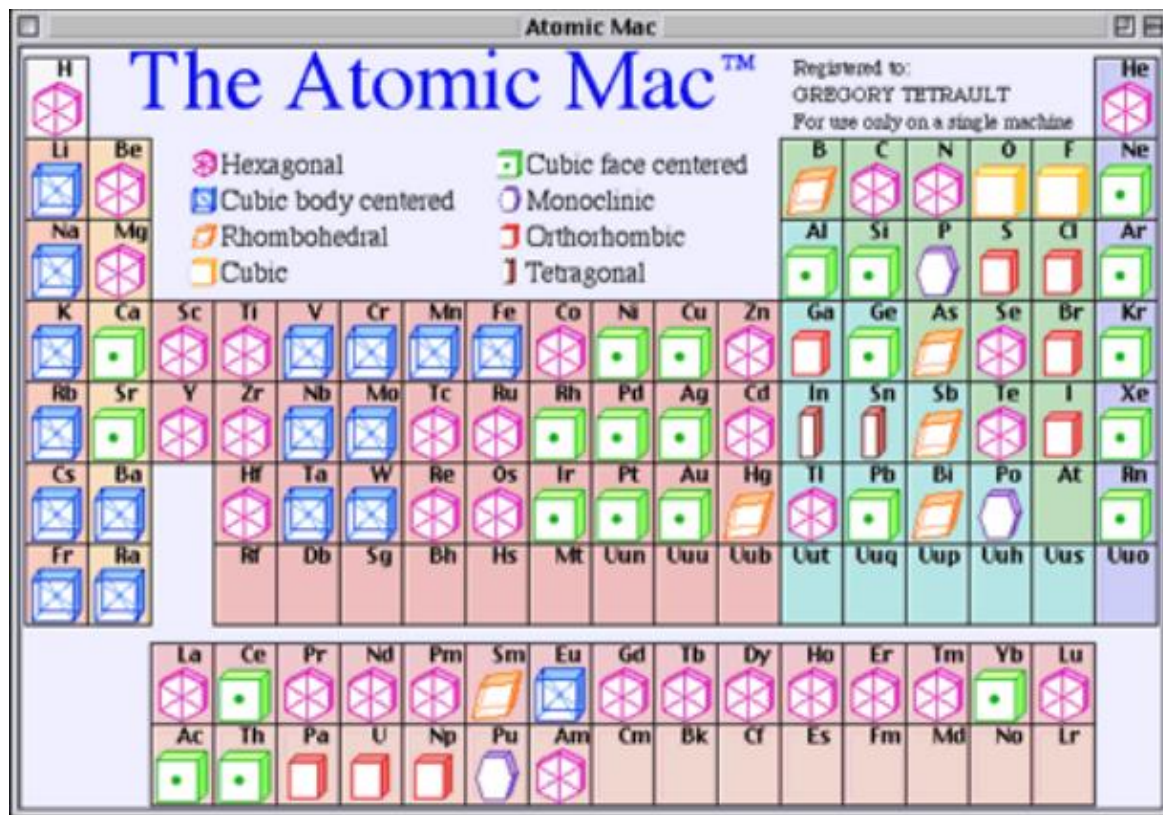
Állatkísérletek menete

Folyamat nyomonkövetése:

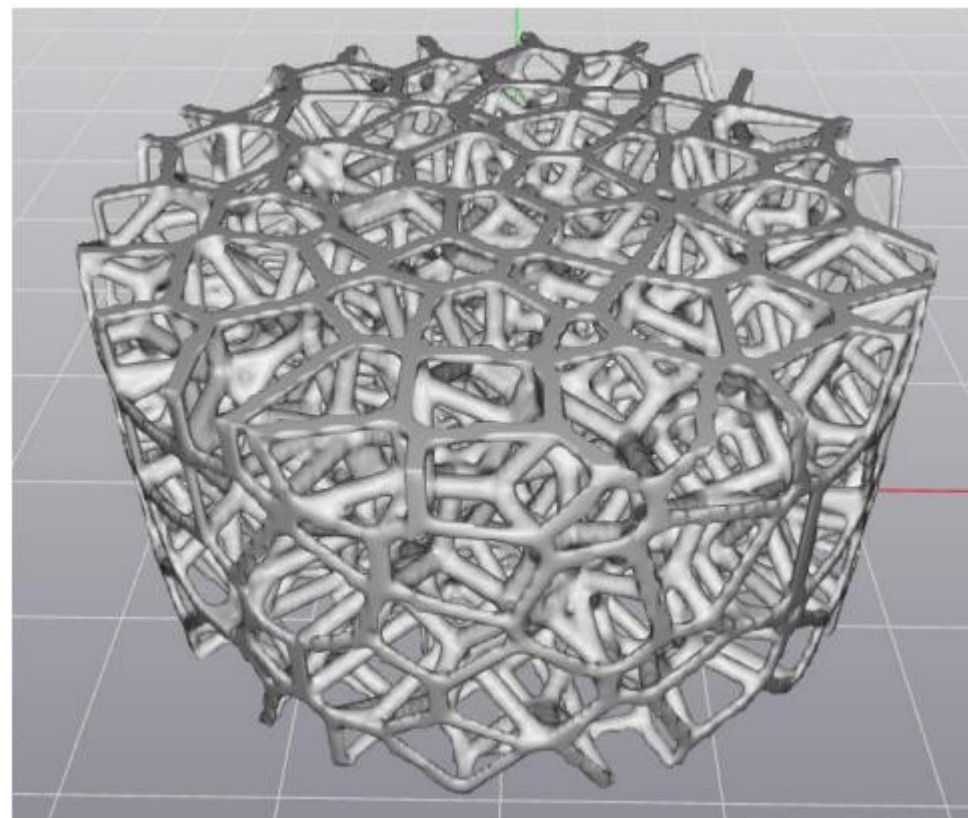
- 2019. 03. 21.: első, kísérleti műtét dokumentálása;
- 2019. 04. 17-18.: implantátum beültetés juhokba, műtétek dokumentálása;
- 2019. 04. 19-29.: implantátum beültetési műtétek nyomon követése varratszedésig (10 nap);
- 2019. 04. 30-05.16.: implantátum beültetési műtétek nyomon követése varratszedéstől az első állatcsoport leöléséig (4 hét);
- 2019. 05. 17-06.13.: implantátum beültetés juhokba, műtétek nyomon követése varratszedéstől a második állatcsoport leöléséig (8 hét);
- 2019. 06. 14-07.11.: implantátum beültetés juhokba, műtétek nyomon követése varratszedéstől a harmadik állatcsoport leöléséig (12 hét), havi 1-2 mérés.

Implantátumok

- Korrodáló fémek helyett korrózióálló implantátumok
- Tantál
- Titán

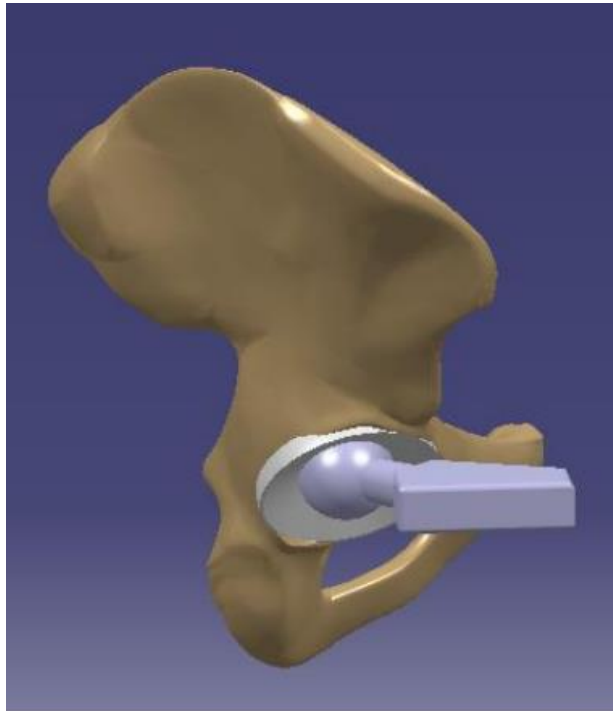


A "The Atomic Mac" kristályrácsokat ábrázoló periódusos rendszere

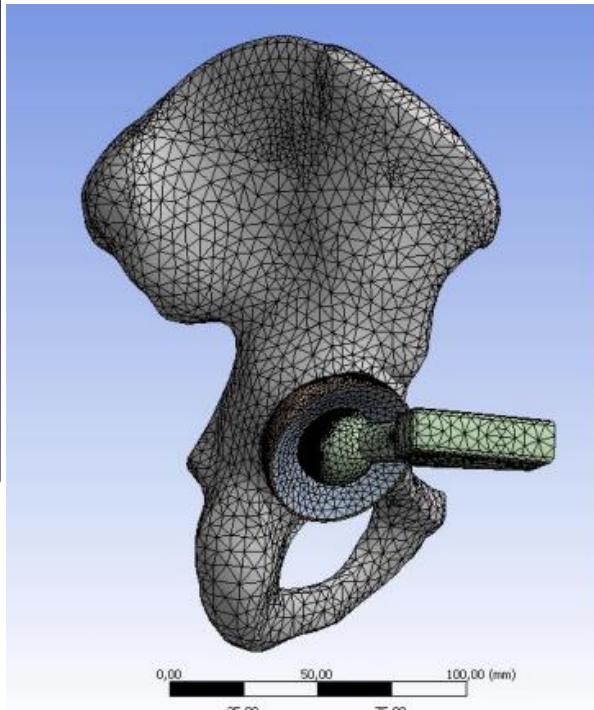


Az nTopology Element Sztochasztikus rács típusának térbeli képe

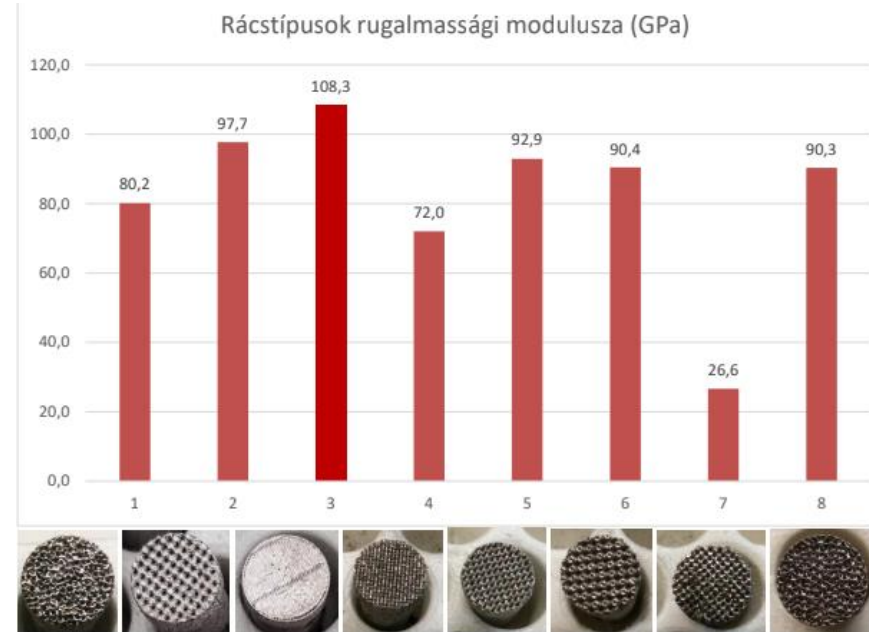
Implantátumok



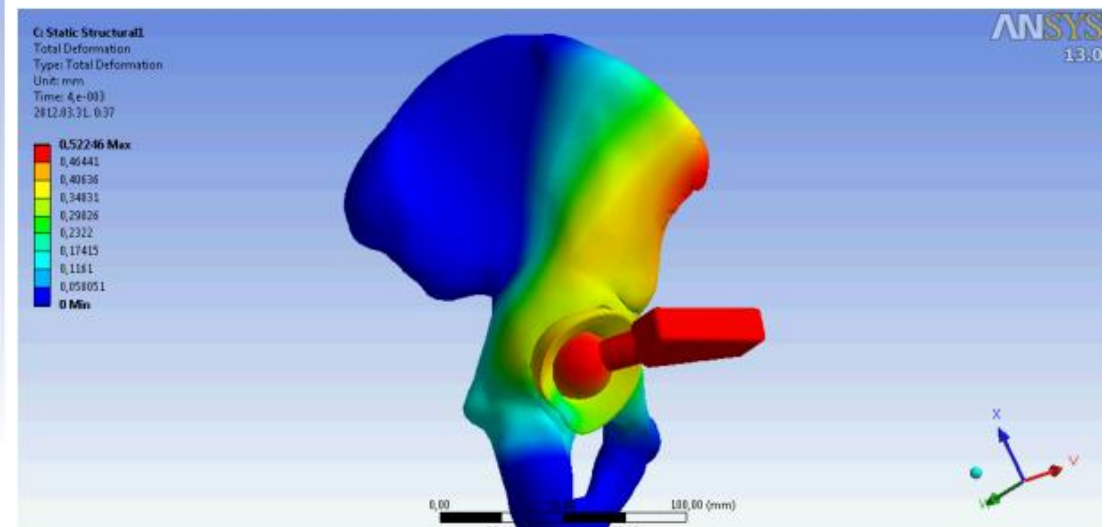
A medence és csípőprotézis a modellezés eredményeként



A behálózott modell

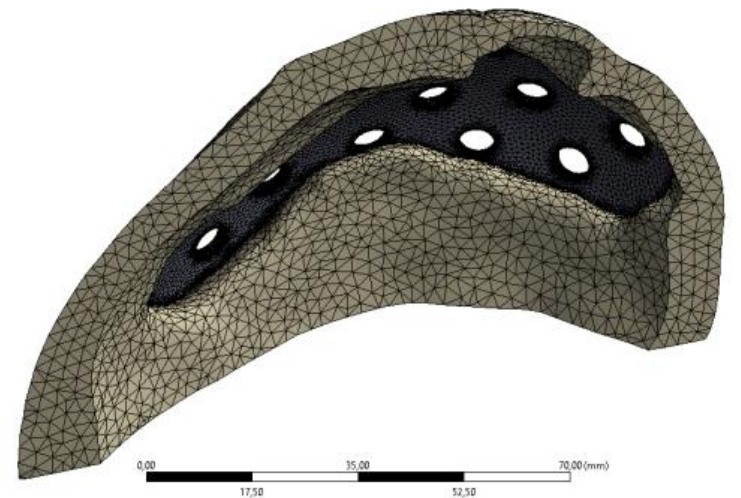
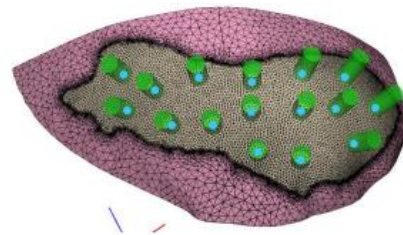
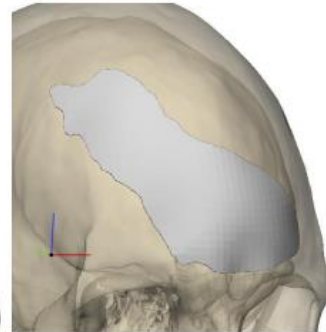
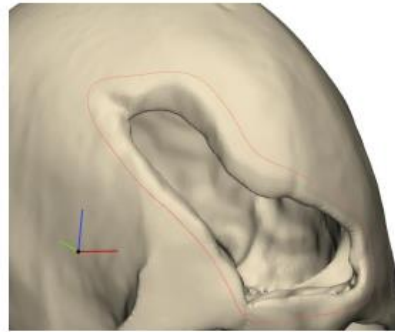


Rácstípusok rugalmassági modulusza (GPa)



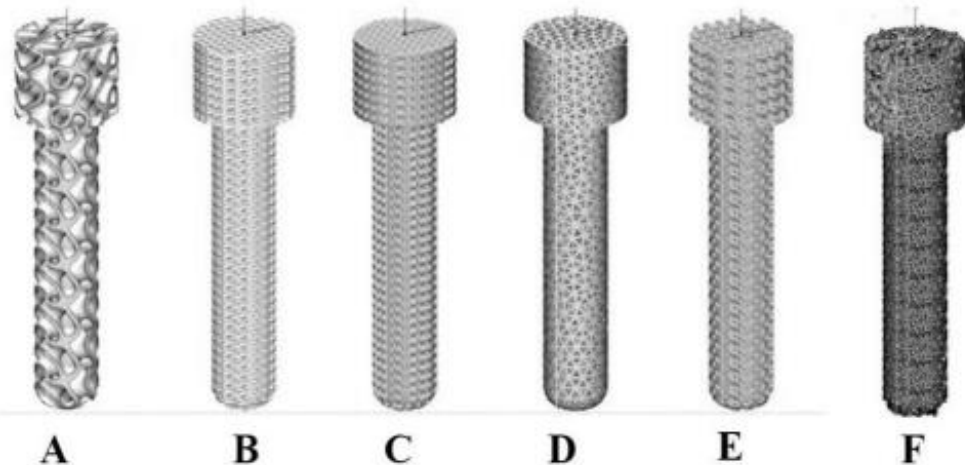
Terhelési eset

Implantátumok vizsgálatok

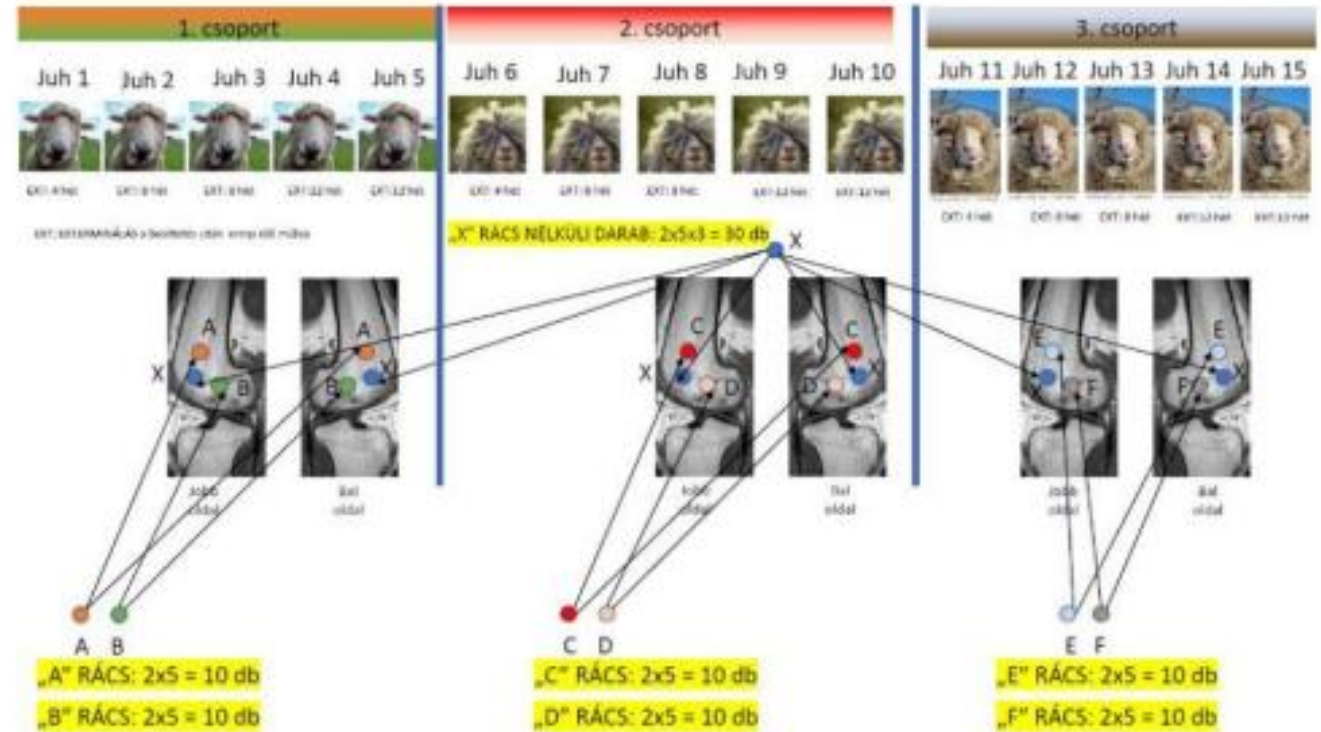


Implantátumok

- Rác szerkezet → leginkább biztosítja a csontbenövést és az implantátumok biológiai rögzülését
- A vizsgálandó rácstípusok:
 - A. Giroid
 - B. Kocka
 - C. Henger
 - D. Tetraéder
 - E. Kettős piramis
 - F. Voronoi



A 6 különböző rác szerkezet



Az állatkísérletek összefoglalása

Műtétek

- Fiatal juhok disztális femur condylusban lévő spongióza szerkezete hasonlít leginkább az emberére;
- Ezeken végzett vizsgálatok adják leginkább a humán gyakorlatra konvertálható kísérleti eredményeket;
- A disztális femurba helyezett porózus implantátumok csontbenövésével kialakuló integrációja jelentős hasonlóságot mutat az emberével;
- 15 db juh, mind a két oldali femurjába háromhárom különböző implantátum beültetésre;
- Ezekből kettő, logaritmus alapján elosztott különböző, 6 féle trabekuláris rácsszerkezetű, a harmadik kontroll csak bevonatot tartalmazó, trabekuláris szerkezet nélküli implantátum;
- Összesen 30 db kontroll és 60 db 6 féle trabekuláris rácsszerkezetű implantátum beültetése.

Műtétek

- Műtétek tapasztalatai

Kísérleti állatok	Beültetés dátuma		Műtéti tapasztalatok	
			Bal oldal	Jobb oldal
1	2019.04.17	8. hét	Nem kell lekötöni a lábát. Mozgatni kell tudni.	Feltárási nehézségek: Túl proximális volt a metszés. A lábát nem kell lekötöni, szabadon maradjon. Fúrosablon csere (leesett)
2	2019.04.17	4. hét	Leesett a fúró, nincs ütköző. Az "A" furatnál kitört a corticalis, kimarad. Nincs "A" implantátum benne.	Az egyik gyűrű kijött. Nem pontosan úgy van a 3 furat, ahogy az ábrán.
3	2019.04.17	4. hét	Letörve mindkét szára a célzónak. Nem ment át a fúró az egyik corticalison.	Kicsit eltévedtünk a tibián.
4	2019.04.17	12. hét	Kicsit nagyobb vérzés a megtalált furat miatt. Az egyik hüvely kicsúszott. A: utólag, szabad kézzel fúrva, lehet, hogy van még egy üres furat.	X-nél nem ment át a furat.
5	2019.04.17	12. hét	Letörve a második füle is.	Letörve az egyik fül, kijött az egyik hüvely.
6	2019.04.17	8. hét	Nagyon hosszú lett a feltárási/bemetszés.	Kicsit több vérzés. Érvarrás. Kijött egy hüvely.
7	2019.04.17	4. hét	Összeszakadt két furat, D és C van benne, plusz a tömör előre került.	Nyúlványok nélkül.
8	2019.04.17	12. hét	Nyúlványok nélkül.	Úgy tűnt, hogy nem fér el egymás mellett a C és X, de végül nem volt probléma.
9	2019.04.18	8. hét	Nincs szára	
10	2019.04.18	12. hét	Jóval rövidebb metszésből.	Szár nélküli. Kicsit nehezen ment be a tömör.
11	2019.04.18	12. hét	Ki lett szedve a sablonból a hüvely, 2 lépcsőben fúrva. A harmadik furat két lépcsőben fúrva.	Eléggé vérzett: video készült.
12	2019.04.18	8. hét	Vérzik.	Kicsit erősebb vérzés.
13	2019.04.18	4. hét	Harmadik furat kézzel, elcsúszott a sablon.	Az alsó ventrális kézzel kifúrva.
14	2019.04.18	8. hét	Lesz egy plusz furat.	
15	2019.04.18	12. hét	Kézzel is lett egy furat.	Elég sok vérzés. Kijött az egyik hüvely.

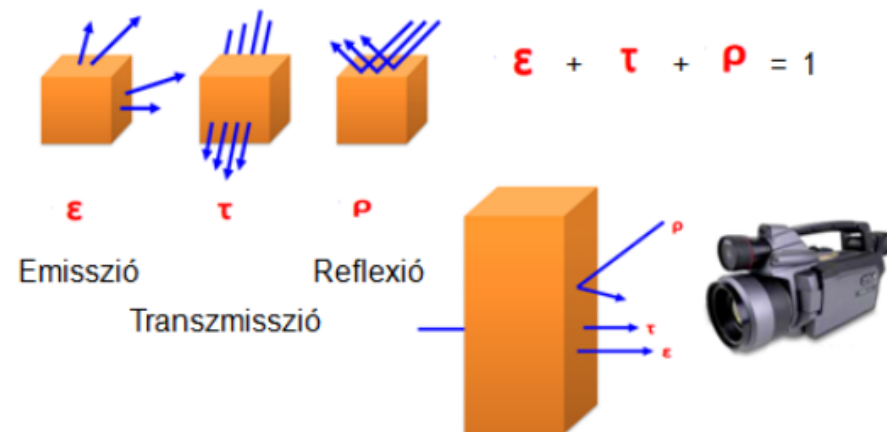
Hőkamerás vizsgálatok

- Infra tartományú sugarak (hősugárzás) érzékelése

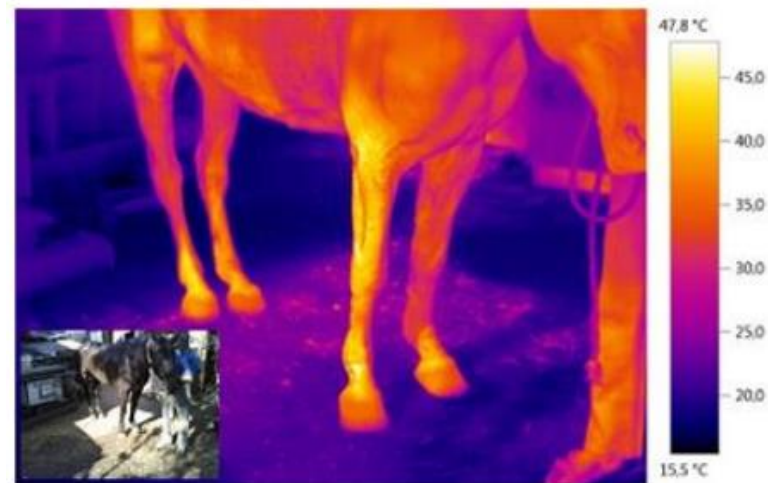


Az infravörös vagy érintésmentes hőmérsékletmérési, illetve termográfiai mérési elrendezés

Hősugárzás-fizikai anyag-specifikus paraméterek



Hőkamera által látható infrasugárzás összetétele



Ló termográfiai vizsgálata

Hőkamerás vizsgálatok



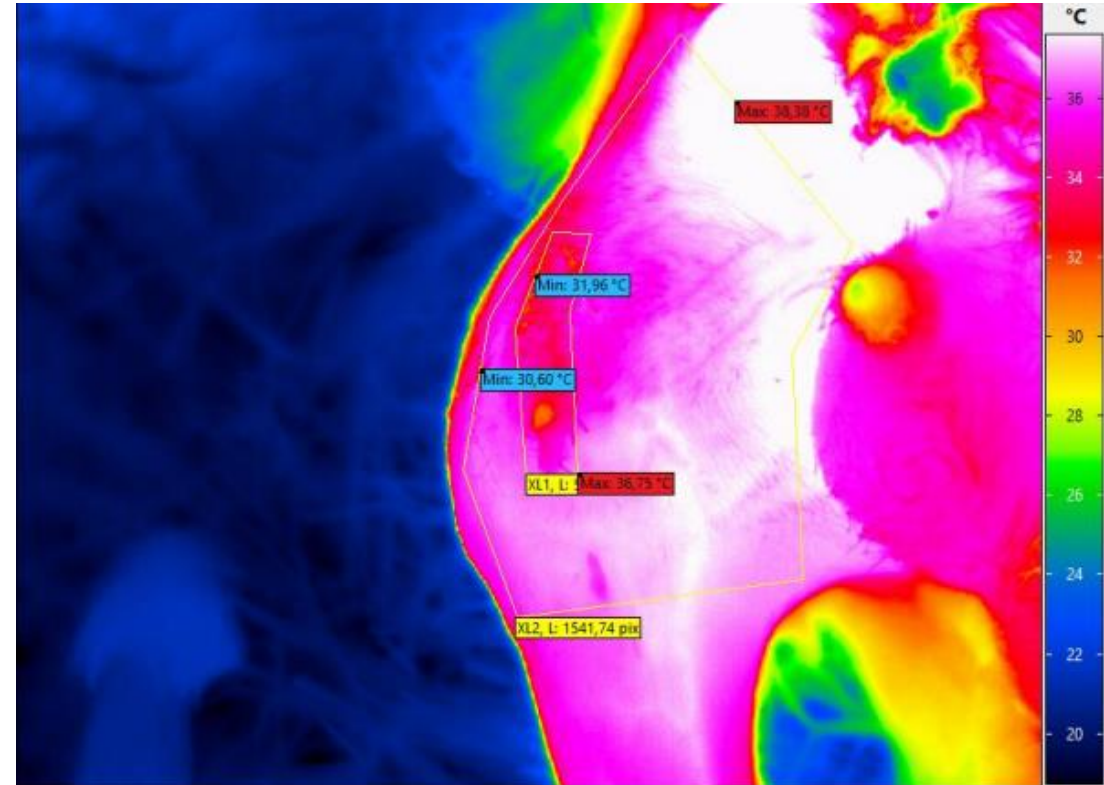
Befolyásoló tényezők:

- hosszú szőr és vastag bőr
- felületi szennyeződések
- kezelések (gyógyszerkezelések)
- állat kora
- bőrön lévő hegek, vágások, trichotomia, kötések, nedves szőr, fizikai megterhelés
- helyes távolság és bezárt szög
- megfelelő képminőség
- fókuszban lévő kép

Hőkamerás vizsgálatok

Követhető az implantátumok beültetése után:

- A műtéti terület és az egész állat adott pillanatban valós IR sugárzása;
- A műtéti terület gyógyulásának hőmérsékletváltozási folyamata;
- A hőmérséklet egyenletessége;
- Esetlegesen kiugróan eltérő hőmérsékletű területek kialakulása;
- Az azonos, egyforma hőmérsékleti értékű területek elhelyezkedése.

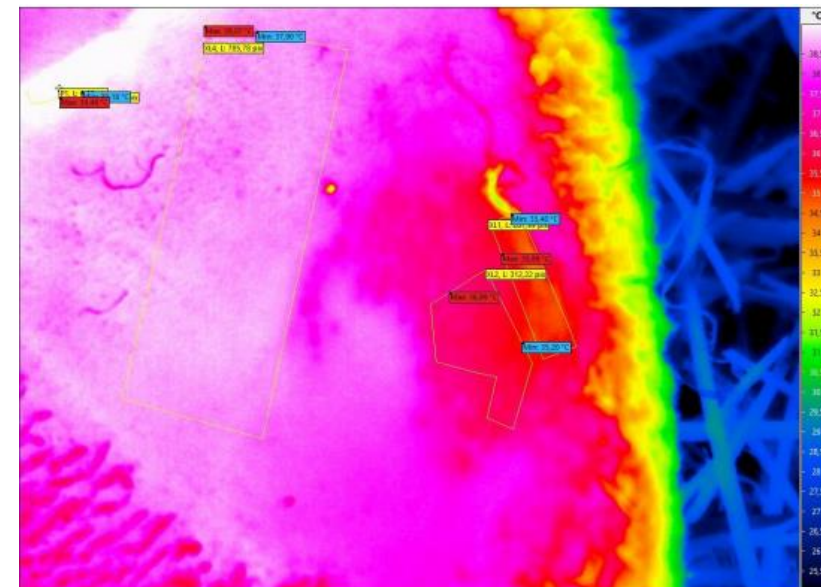
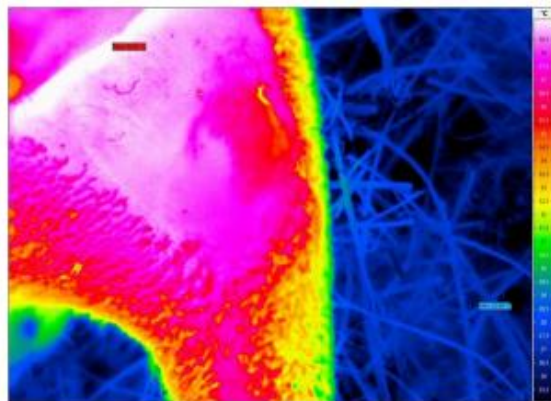


Hőkamerás vizsgálatok

- A hőképek darabszáma eléri a 2900 db-ot;
- Az implantátumok beültetése előtt mért hőmérsékleti értékek jó viszonyítási alapok a későbbiekben mért hőmérsékleti értékek értékeléséhez;
- Több esetben a műtéti területeken hőmérsékleti anomália, például eltérő hőmérsékletű felületek, ill. kiemelkedően magas vagy éppen alacsony hőmérsékleti értékek.



Hőmérsékleti anomália a műtéti területen



A műtéti területen lévő hőmérsékleti anomália elemzése a kiértékelő szoftveren

Implantátum Szerkezete/ beültetett db	Tömör / 30	Giroid / 10	Kocka / 10	Henger / 10	Tetraéder / 10	Kettős Piramis /10	Voroni / 10
Anomáliák esetszáma [db]	14	2	2	3	3	2	2
Egyéb negatív következmény esetszáma [db]	20	4	4	4	4	2	2

Hőmérsékleti anomáliák és a hozzájuk kapcsolódó implantátumok

Hőkamerás vizsgálatok

Kísérleti állatok sorszáma	Műtét	Hőfelvételek eredményei
1	Jobb lábon feltárási nehézség: túl proximális volt a metszés.	A két hátsó láb hőmérséklete közti különbség több esetben is meghaladta az 1°C-ot. A jobb és bal oldali sebek műtési környezetében észleltünk 1 °C-os hőmérséklet-emelkedést, a vizsgálati folyamat végén.
2	Bal oldalon az "A" furatnál kitört a corticalis, kimarad. Nincs "A" implantátum benne.	A két hátsó láb közti hőmérséklet-különbség több esetben meghaladta az 1°C-ot.
3	Bal oldalon nem ment át a fúró az egyik corticalison.	A két hátsó láb közti hőmérséklet-különbség több esetben meghaladta az 1°C-ot. A jobb oldali műtési seb duzzanatánál a vizsgálati folyamat középső szakaszában észleltünk 1°C-os hőmérséklet-emelkedést.
4	Bal oldalon vérzés, az egyik hüvely kicsúszott. A: utólag, szabad kézzel fúrva, lehet, hogy van még egy üres furat. Jobb oldalon X-nél nem ment át a furat.	A két hátsó láb hőmérséklete közti különbség több esetben is meghaladta az 1°C-ot. A jobb és bal oldali sebek műtési környezetében több esetben is észleltünk 1-1,5 °C-os hőmérséklet-emelkedést, a vizsgálati folyamat végén.
5		A két hátsó láb hőmérséklete közti különbség több esetben is meghaladta az 1°C-ot. A jobb és bal oldali sebek műtési környezetében több esetben is észleltünk 1 °C-nál nagyobb hőmérséklet-emelkedést, ami a vizsgálati folyamat végére megszűnt.
6	Jobb oldalon vérzés, érvarrás	A két hátsó láb hőmérséklete közti különbség több esetben is meghaladta az 1°C-ot. A jobb és bal oldali sebek műtési környezetében a vizsgálati folyamat végén észleltünk 1 °C-nál nagyobb hőmérséklet-emelkedést.
7	Bal oldalon összeszakadt két furat, D és C van benne, az X előre került.	A két hátsó láb hőmérséklete közti különbség több esetben is meghaladta az 1°C-ot. A sebek műtési környezetében az implantátum kivétel előtt észleltünk 1°C-osnál magasabb hőmérséklet-változást.
8	Bal oldalon nyúlványok nélküli	A két hátsó láb hőmérséklete közti különbség a vizsgálati folyamat első felében több esetben is meghaladta az 1°C-ot.
9	Bal oldalon nincs szára	A két hátsó láb hőmérséklete közti különbség a vizsgálati folyamat elején meghaladta az 1 °C-ot.
10	Bal oldalon rövidebb metszés. Jobb oldalon szár nélküli. X nehezen ment be	Rendellenességet nem tapasztaltunk
11	Bal oldalt 2 lépcsőben fúrva, jobb oldalt vérzet	A két hátsó láb hőmérséklete közti különbség a vizsgálati folyamat első felében több esetben is meghaladta az 1°C-ot. Ezután nem észleltünk eltérést.
12	Mindkét oldalon vérzés	A két hátsó láb hőmérséklete közti különbség a vizsgálati folyamat első felében több esetben is meghaladta az 1°C-ot. Ezután nem észleltünk eltérést.
13	Bal oldalt a harmadik furat kézzel fúrva, jobb oldalt az alsó ventrális szintén	A két hátsó láb hőmérséklete közti különbség több esetben is meghaladta az 1°C-ot.
14	Bal oldalon plusz furat	A két hátsó láb hőmérséklete közti különbség több esetben is meghaladta az 1°C-ot. A bal oldali seb duzzanatánál amorf, amőba alakú elváltozást észleltünk a hőfelvételeken, melynek mérete is megnagyobbodott egyik vizsgálati napról a másikra, ezen a területen pedig 1°C-nál magasabb hőmérséklet-különbséget is észleltünk.
15	Jobb oldalt erős vérzés	A két hátsó láb hőmérséklete közti különbség a vizsgálati folyamat kezdetén meghaladta az 1°C-ot. Ezután nem észleltünk eltérést.

SZÉCHENYI 2020



Európai Unió
Európai Regionális
Fejlesztési Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Vizitek

Kísérleti állatok sorszáma	Vizuális megfigyelések	Orvosi vizitek		
		Bal láb	Jobb láb	
1	Hangokra és mozgásra nem reagál. Jobb hátsó lábát nem terheli, időnként a balt sem. Nem tud állni. Jobb láb duzzanat.		A műtét után jobb lábra sántított. Patella lateralis luxatióban, de visszahelyezték, stabilan a helyén maradt. Duzzadt a jobb láb. Minimálisan váladékozott a seb, pörk alatti sebgyógyulás.	
2	A bal hátsó láb nem terhelődött. Jobb láb duzzanat.	Bal lábát nem terhelte egyáltalán		
3	Bal hátsó láb nem terhelődött, később a jobb hátsó sem. Hangokra és mozgásra nem reagált. Jobb láb duzzanat.	Térdek tömegesek, de nem fluktuáció okozta. Úgy néz ki hogy mindkét oldalon rögzült laterális patella ficama volt, amit a mediális arthromiák magyaráznak. Ez magyarázta, hogy fekszik. Mindkét oldalon irreparábilis patellaficama volt. Gyenge, nem bírt felállni.		
4	Jobb láb duzzanat.	A bal térd pp gyógyult.	A folyadékkal teli duzzanatot pungálták. Térd fluktuál, fél teniszlabdányi meleg duzzanat látható. A sebe pp gyógyult, szívárgás sincs. A sebvonal hiperémiás egy kicsit.	
5	Rendellenességet nem tapasztaltunk			
6	Bal hátsó láb nem terhelődött. Jobb és bal láb duzzanat.	Folyadékkal teli duzzanatot észleltek, pungálták. A seb felső felének megfelelően fizikálisan melegebb és körülírt fluktuáló terime. A patella a helyén tűnik. Punkció bal oldalon: 2ml véres szeróma. A duzzanat megszűnt. Seb pp gyógyult. Jól van, erős, áll.	Jobboldali patella a helyén. Minimális, punkciót nem igénylő duzzanat. Seb pp gyógyult. Jól van, erős, áll.	
7	Bal és jobb hátsó láb nem terhelődött. Hangokra és mozgásra nem reagált. Mindkét oldalt duzzanat.	Bal, 4-ed fokú sánta, a mediális oldalon az implantátum hegye kb. 3 mm magasán érezhető. Decubitus jele nincs. Rövid távon nem fog 4 lábra terhelni. decubitus veszélye fennáll. Az összenyílt furatok miatt az implantátum nincs stabilan a lábában, csontos alapú rögzülése nem valószínű. Inkább hegszövet. Granulacio. De biztos az instabilitás fájdalmat okoz. a folyadékkal teli duzzanatot pungálták. Bal oldalon kis fluktuáció volt mediálisan. A patella úgy tűnik, hogy luxált helyzetben fixált, reponálni nem tudjuk, ez magyarázta azt, hogy kezdetől fogva nem tud lábra állni. Szintén a mediális arthromia lehet a háttérben. Kezdetől fekszik, bal lábát terheli csak. Punkció: 3ml véres szeróma. Nem szeret lábra állni, sántít bal lábra. Nincs haematoma.		
8	Bal hátsó láb nem terhelődött. A vizsgálati folyamat végén már mindkét hátsó láb terhelődött.	Bal lábát kezdetől fogva kevésbé terheli. Sántít bal lábra. PP gyógyult, retenció nincs.		
9	Műtét után korábbi genny folyás nyomai bal sebe körül, enyhe friss vérzés. Mindkét oldalt duzzanat, melyek a vizsgálati folyamat végére elmúltak.	A sebnél lévő folyadékkal teli duzzanatot pungálták. Harcias, terhelte mindkét végtagot. 7ml erősen véres szeróma. Subluxált patella, de nem reponálható. Disztálisan pörk alatti sebgyógyulás. PP gyógyult hegek.	Jobb patella a helyén, combtő oedémának tűnik, de a bal oldalon mediálisan. Punkciót nem igényelt. PP gyógyult hegek.	
10	Műtét után korábbi genny folyás nyomai bal sebe körül. Egy alkalommal hangokra és mozgásra sem reagált.	Sebek pp gyógyultak. Kevés kis fluktuáció, bal oldal teljesen békés.	Pungálás: 4ml véres szeróma. Patellát nem tudták reponálni. Jobb patella szubluxáltnak tűnt, reponálni nem tudják, mediálisan a patella a helyén. Sebek pp gyógyultak. Kevés kis fluktuáció.	
11	Rendellenességet nem tapasztaltunk	Duzzadt egyenes combizom régió. Mindkét oldal gyanús, hogy subluxált a patella. Sebek pp gyógyultak. Komolyabb lobos tünet nincs. 3-5 ml punktátum ürülne, de nem pungálunk. Szuppurációra gyanú nincs.	Jobb oldalon lateralis patella luxatio, de visszahelyezve stabil. Duzzadt egyenes combizom régió. Mindkét oldal gyanús, hogy subluxált a patella. Sebek pp gyógyultak. Komolyabb lobos tünet nincs. 3-5 ml punktátum ürülne, de nem pungálunk. Szuppurációra gyanú nincs.	
12	A beültetés után a bal hátsó láb nem terhelődött. Mindkét oldalt duzzanat, melyek a vizsgálati folyamat végére elmúltak.	Bal oldal is subluxált.	Jobb sebvonal kicsit lepedékes. 4 ml véres szeróma. PP gyógyult hegek, de jobb oldalon feszülő folyadékgyülem. Jobb patella szubluxált, nem lehet reponálni.	
13	Műtét után korábbi genny folyás nyomai mindkét oldalon.	Pp gyógyult sebek/hegek. Minimálisan duzzadt térdek, ami megfelel a sebgyógyulási folyamatnak. Folyadékgyülem nincs.	Pp gyógyult sebek/hegek. Minimálisan duzzadt térdek, ami megfelel a sebgyógyulási folyamatnak. Folyadékgyülem nincs. Proximálisan pörk, de az alatt is zárt.	
14	Műtét után korábbi genny folyás nyomai mindkét oldalon. A bal és jobb oldalt duzzanat.	Kimentek a patellák. Pp gyógyult hegek. Punkciót nem igényel. Lobos tünet nincs. Fixált patella luxáció, ettől függetlenül járóképes.		
15	Műtét után korábbi genny folyás nyomai jobb sebe körül.	Mediálisan fluktuáció	Jobb 1-es sánta, óvatos	

Röntgen

Kísérleti állatok sorszáma	Röntgenfelvételek
1	Rendben
2	Bal lábán törés, jobb rendben
3	Nagyon luxált a patella mindkét oldalon, jobb oldalon haemarthros
4	Rendben
5	Rendben
6	Rendben
7	Bal oldal: condylis hátsó része össze van szakadva Jobb oldal: luxált patella
8	Bal oldal: luxált patella

9	Mindkét oldal: luxált patella
10	Jobb oldal: a tömör implant kimozdult
11	Rendben
12	Rendben
13	Rendben, de egy sorban vannak az implantátumok
14	Rendben
15	Rendben

Push-out vizsgálatok

A Push-out tesztek végrehajtása során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a különböző rácsszerkezetű implantátumok milyen erő hatására tolhatók ki az eredeti helyükről.

Ezzel a csontbenövés által keltett ellenállás mértékét próbáltuk meghatározni. Minél nagyobb a kitoláshoz szükséges erő, annál nagyobbak feltételezhető a csontbenövés mértéke.

A 15 állatot 3 csoportra osztottuk a leölések ideje alapján:

- az első csoport 4,
- a második 8,
- a harmadik pedig 12 héttel a beültetést követően lett terminálva.

A leölés után a combcsont ízületi végét (femur condylus) eltávolítottuk az implantátumokkal együtt.



A femur condylus eltávolítása és az eltávolított minta

Szövettan

A szövettani vizsgálatok jelenleg is folyamatban vannak a Debreceni Egyetem Ortopédiai Klinikán.

Eredmény

1. csoport (2; 3; 7; 13) kísérleti állat:

- Az infravizsgálatok során a 2-es, 3-as és a 7-es számú állatot rossz állapotúnak találtuk. A vizsgálatokat is problémás volt elvégezni rajtuk. A 7-es számú állatnál komolyabb hőmérséklet-különbséget is észleltünk a hátsó lábak között. A 13-as állattal kapcsolatban különösebb problémákat, ill. anomáliát nem tapasztaltunk. Az első csoport esetén, a műtét utáni 4. héten mért kitolási erőértékek jóval alacsonyabbak, mint a később mért Push-out erők. Ezt az magyarázza, hogy a 4. héten a csontbenövés még nem volt jelentős.

2. csoport (1; 14; 12; 9; 6) számú kísérleti állat:

- Az infravizsgálatok során ennek a csoportnak minden egyedénél komolyabb hőmérsékletkülönbségeket is észleltünk a hátsó lábak között, ezeken felül pedig a 14-es állat bal műtéti sebének duzzanatánál amorf, amőba alakú anomáliát tapasztaltunk a hőfelvételeken, melynek mérete is megnagyobbodott egyik vizsgálati napról a másikra.
- A 8. héten jött ki eredményül átlagosan a legnagyobb kitolási erő, ez a 12. héten is már csökkenő tendenciát mutat. Erre az lehet a magyarázat, hogy a csontbenövés folyamata a 8. hétre már elérte maximumát, az ezután elvégzett 12. heti mérések pedig átlagosan azért adhattak kisebb értéket, mert a szórás igen jelentős mértékű volt (várhatóan nagyobb minta esetén normalizálódott, kiegyenlített volna ez a különbség).

3. csoport (10; 4; 5; 11; 8) számú kísérleti állat:

- Az infravizsgálatok során ennél a csoportnál a 11-es és a 8-as állatnál észleltünk nagyobb hőmérséklet-különbségeket, a másik három egyednél nem észleltünk hasonló mértékű anomáliákat.

15-ös számú állat:

- Mivel a minta széttört vizsgálat közben, így az implantátumokat nem tudták értékelni. Az infravizsgálatok lefolytatása alatt a 15-ös számú állatról nem tapasztaltunk különösebb rendellenességet és jó állapotú egyedek közé soroltuk. A röntgenvizsgálata is rendben volt és a róla készített hőfelvételek kiértékelésének eredményei sem mutattak ki nagyobb hőmérséklet-különbséget és egyéb jellegű anomáliát sem, így nem lehet pontosan következtetni a beültetett implantátumok (E; F; X) csontbenövésének esetleges mértékére. Azonban érdemes megemlítenünk, hogy ugyanezen rácsszerkezetű implantátumok a 11-es, 12-es, 13-as és a 14-es állatokba voltak beültetve, közülük a hőfelvételek alapján pedig csupán a 13-as egyednél nem állapítottunk meg kiemelkedő hőmérséklet-különbségeket, ill. anomáliát.

Jelen, jövő

- A szövettani eredmények kiértékeljük.
- A tesztek eredményei alapján kiválasztjuk a megfelelő implantátumstruktúrát.
- A technológia jelenleg engedélyeztetés alatt van.
- Terveink szerint egy-két éven belül bárki számára elérhető lesz a testéhez pontosan illeszkedő egyedi geometriával rendelkező implantátum, olyan ideális szerkezeti struktúrával, melyet a legrövidebb idő alatt benő a szervezet csontszerkezete. Ezáltal lerövidül a gyógyulási folyamat, csökken a szövődmények előfordulásának esélye. Az implantátum előállítása pedig néhány óra alatt megvalósulhat.
- A szolgáltatás a Debreceni Egyetem Ortopédiai Klinikáján lesz elérhető.



2021. október 12.

Köszönöm a figyelmet!



NTP-SZKOLL-20-0043 Robottechnikai Szakkollégium -
Tehetséggondozás és szakmai közösségépítés az OE
ROSZ-ban - 1 000 000 Ft támogatás



MINISZTERELNÖKSÉG