Титаны исэлт давхаргатай шүдний суулгацын ясны бэхжилтийг in vivo орчинд судалсан дүн

Ц.Содхончимэг[1], Б.Сапаар[1], Ж.Отгонболд[1], Кин Вүү Ли[2], О.Өнөрсайхан[3]

[1]АШУҮИС, НАСС, НАСЗ-ын тэнхим
[2]Central Veterans Dental hospital
[3]Этүгэн сургууль, эмчилгээний тэнхим
Цахим хаяг: sodkhonchimeg@mnums.edu.mn, Утас: 99194436

Түлхүүр үг:

Титан, титаны исэлт давхрага
Шүдний суулгац
Шүдний суулгацын гадаргуу

Товч утга: Шүдний суулгацын ясны бэхжилтийн талаарх концепцийг анх 1965 онд дэвшүүлсэн цагаас өнөөг хүртэл ахиц дэвшилттэй судлагдаж ирсэн. Орчин үед хоншоор ба эрүүний ясанд суулгах шүдний суулгацын гадаргын онцлог, ясны бэхжилтэд үзүүлэх нөлөөг өргөн судлаж байна. Нанотехнологийн хөгжилтэй уялдан шүдний суулгацын гадаргууг нано түвшинд эмчлэх, титаны исэлт давхрага үүсгэж шүдний суулгацын ясны бэхжилтийг дэмжих боломж анхаарлын төвд байна. Шүдний суулгацын ислийн давхаргын нанохоолойн тогтоцын онцлогийг судлаж имплант эмчилгээний цаашдын хөгжлийг тодорхойлох боломж гарч ирж байгаа нь энэхүү судалгааны ажлын үндэслэл болов. Туулайн шилбэний ясанд суулгасан Dentium титаны исэлт давхрагатай шүдний суулгацын ясны бэхжилтэнд үзүүлэх нөлөөг гистоморфометрийн аргаар харьцуулан судлахад суулгацыг суулгаснаас хойш 12 долоо хоногийн дараа яс ба шүдний суулгацын бэхжилтийн холбоос, ясны эзлэхүүн 4 долоо хоногийн дараах үзүүлэлтүүдтэй харьцуулахад ялгаатай байв. Эргүүлэх хүч 70 нм нанохоолойтой шүдний суулгацын туршилтын бүлэгт 4 долоо хоногт, 30 нм нанохоолотой шүдний суулгацын туршилтын бүлэгт 12 долоо хоногт хамгийн их утгатай байв. 30 нм ба 70 нм нанохоолой бүхий титаны исэлт давхрагатай шүдний суулгац остеогенез ба ясны бэхжилтэнд эдгэрэлтийн хугацаанаас хамааралтай эерэг нөлөө үзүүлж байна.

Үндэслэл: 1965 онд шүдний суулгацын ясны бэхжилтийн тухай үзэл баримтлалыг дэвшүүлсэн цагаас хойш хоншоор ба эрүүний ясанд суулгах шүдний суулгацын гадаргын онцлог, ясны бэхжилтэнд үзүүлэх нөлөөг ахиц дэвшилтэй судалж ирсэн.[1]

Анхны шүдний суулгацын гадаргын тогтоц гөлгөр байсан бол өнөө үед эмнэлзүйд хэрэглэгдэж байгаа шүдний суулгацын гадаргуугийн арзгар тогтоц болон гадаргуугийн төрөл бүрийн эмчилгээний талаарх судалгаанууд стандартчлагдаж практикт нэвтэрч байна. Нанотехнологийн хөгжилтэй уялдан шүдний суулгацын гадаргууг нано түвшинд эмчлэх, титаны исэлт давхрага үүсгэж шүдний суулгацын ясны бэхжилтийг дэмжих боломжийг өргөн судлаж байна.[2,3] Шүдний суулгацын гадаргууг элсээр шүрших ба хүчлээр сийрэгжүүлэх аргаар, фторын, аноджуулах ба вакуум эмчилгээ, плазмын эмчилгээ хийх байдлаар хувиргаж байна. Шүдний суулгацын гадаргууг боловсруулах буюу эмчилгээ хийх гол зорилго нь яс ба шүдний суулгацын бэхжилтийг хангахад оршдог.[4] Ясны бэхжилт буюу оссеоинтеграци нь амьд яс ба шүдний суулгацын гадаргуу хооронд үүсдэг бүтэц ба үйл ажиллагааны хувьд нэгдмэл шууд холболт юм. Шүдний суулгац ба түүнтэй шууд харьцах ясны эдийн хооронд хөдөлгөөнгүй холболт үүсэхэд ясны бэхжилт явагдсан гэж үздэг.[2,5,6]

Ясанд суулгасан шүдний суулгацын гадаргууд ясны сиалопротеин, остеопонтин зэрэг уургууд

хуримтлагдана. Ясны эсийн хуваагдал ба ялгаран хөгжил явагдаж шинээр үүссэн ясны эд суулгацын гадаргууд түрснээр суулгац ба яс хоорондын завсар нарийсч ясны эзлэхүүн (bone value, BV) болон яс ба шүдний суулгацын бэхжилтийн холбоос (bone-to-implant contact, BIC) үүсдэг. Яс ба шүдний суулгацын бэхжилтийн холбоос үүсэхэд суулгацын анхдагч тогтоц бий болдог.[9,10,11,12] Шүдний суулгацын эмнэлзүйн амжилт ясны бэхжилтээс шууд хамаарна. Ясны бэхжилт үүсэх гол нөхцөл бол суулгацын гадаргуу ба түүнийг хүрээлэн орших ясны шууд холбоо юм.

Шүдний суулгацын гадаргын тогтоц ясны бэхжилт үүсэх явцад шууд нөлөөлдөг. Тухайлбал остеобластын нүүдэл, наалдалт, титаны гадаргуу дээр тархаж ялгарах нь шүдний суулгацын гадаргын гидрофил чанар, гадаргыг эмчилсэн байдлаас хамаарна.[7,8] Суулгацын гадаргын тэгш бус байдлыг макро-, микро- ба нано түвшинд авч үздэг. Суулгацыг гадаргын тэгш бус байдлаар нь гөлгөр (Sa≤1 μm), дунд зэргийн барзгар (Sa = 1.0-2.0 μm) ба барзгар гадаргуутай (Sa>2.0 μm) гэж ангилдаг. Шүдний суулгацын гадаргын нано тогтоц шүдний суулгац ба ясны эдийн харилцан үйлчлэлд эс ба уургийн түвшинд нөлөөлдөг.[13]

Шүдний суулгацын титаны ислийн давхрагын нанохоолойн тогтоцын онцлогийг судалж имплант эмчилгээний цаашдын хөгжлийг тодорхойлох боломж гарч ирж байгаа нь энэхүү судалгааны ажлын үндэслэл болсон юм.

Зорилго: Туулайн шилбэний ясанд суулгасан Dentium титаны ислийн давхрагатай шүдний суулгацын ясны бэхжилтэнд үзүүлэх нөлөөг судлахад оршино.

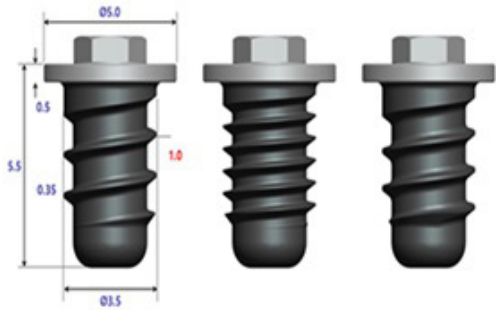
Зорилт:

1. Хяналтын ба туршилтын бүлгийн шүдний суулгацын эргүүлэх моментыг харьцуулан судлах
2. Яс ба шүдний суулгацын бэхжилтийн холбоосыг гистоморфометрийн аргаар харьцуулан судлах
3. Ясны эзлэхүүнийг гистоморфометрийн аргаар харьцуулан судлах

Арга аргачлал: Туршилт судалгааг АШУҮИС болон БНСУ-ын Йонсейн их сургуулийг түшиглэн явуулна. Йонсейн их сургуулийн Эвисон амьтны туршилтын лабораторид зохих ёс зүйн зөвшөөрлийг авсны дагуу туршилт судалгааг явуулсан болно.

1. Туршилтын амьтан: Амьтны туршилт судалгаанд 5 эр, 5 эм хүйсийн тэгш харьцаатайгаар тус бүр нь 3,5 кг жинтэй, 6 долоон хоногтой, Шинэ Зеланд цагаан туулайг ашиглав. Шинэ Зеланд цагаан туулайн араг ясны өсөлт хөгжил 28 долоо хоногт явагдаж дуусдаг. Шүдний суулгацыг туулайн урт яс болох шилбэ буюу дунд чөмөгний ясанд суулгахад тохиромжтой байдаг. Цагаан туулайн урт яс анхдагч ясны эдээс бүрддэг бөгөөд ясны эдгэрэлт богино хугацаанд явагддаг онцлогтой. Тухайлбал туулайн урт ясанд суулгасан шүдний суулгацын ясны бэхжилт 6 долоо хоногт явагддаг. Туулайн шилбэний ясны урт 11 см орчим, диафиз ба метафизын нягт ялтасны зузаан 1.2-1.5 мм байдаг.

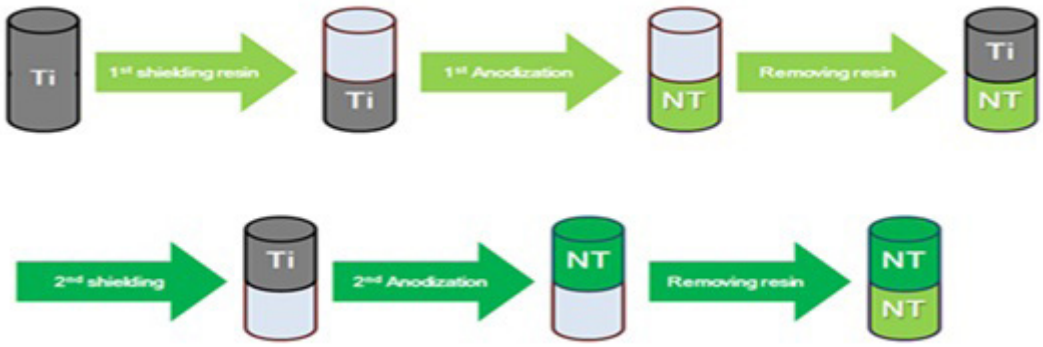
2. Титаны исэлт давхрага бүхий нано-хоолойтой шүдний имплант бэлтгэх: Судалгаанд нийт 50 Dentium шүдний суулгац хэрэглэсэн. Судалгааны хяналтын бүлэгт RBM (Resorbable Blast Media) гадаргуутай, 3.5 мм голчтой ба 5.5 мм урт бүхий нийт 10 шүдний суулгац, туршилтын бүлэгт 3.5 мм голчтой ба 5.5 мм урт бүхий 40 шүдний суулгацыг цахим технологиор зорж бэлтгэн аноджуулах аргаар суулгац бүрийн гадаргад титаны ислийн давхрага үүсгэсэн. Давхар аргаар боловсруулсан нанохоолой бүхий титаны исэлт давхрагатай суулгац бэлтгэхэд суулгацын гадаргад 0.5% гидрофлюорын ба цууны хүчлийн холимогоор (Fisher; 98%, эзлэхүүний харьцаа 7:1) үйлчлэн нанохоолойн давхрагыг үүсгэсэн. Нанохоолой бүхий гадаргын нэг талыг хуванцар тагаар халхалж ил талыг аноджуулах аргаар боловсруулсан. Дараагийн үе шатанд имплантын боловсруулсан талыг хуванцар тагаар халхалж ил талыг аноджуулах аргаар боловсруулж гадаргууг нь давхар аргаар боловсруулсан имплант (30/70 нм, 30/100 нм) гаргаж авсан.



Зураг 1. Судалгаанд хэрэглэсэн имплантын загвар.



Зураг 2. Шүдний гадаргууг аноджуулах аргаар боловсруулж буй байдал (Fower F-3005, SG EMD, Seoul, Korea)



Бүдүүвч зураг. Шүдний суулгацын гадаргууд нанохоолой үүсгэх аргачилал.

3. Мэс ажилбар: Туулайн судсаар золазепам (15 мг/кг) ба ксилазин (5 мг/кг) тарьж мэдээ алдуулсан. Мэс засал хийхийн өмнө туулайн шилбэний үсийг хусч, бетадины уусмалаар угааж, булчинд антибиотик тарьсан. Шүдний суулгац суулгах бүсийн арьсыг повидон-иодын уусмалаар ариутгаж, лидокаины уусмалаар (2%, эпинефрин 1:80000) хэсгийн мэдээгүйжүүлэлт хийсэн. Туулайн шилбэний арьсанд босоо чиглэлд зүслэг хийж булчинг тэлж, ясны хальсыг хуулсаны дараа шилбэний ясыг чөлөөлсөн. Чөлөөлсөн ясыг өрөмдөж нэг туулайнд 5 шүдний суулгацыг халдвар хамгааллын дэглэмийг чанд сахин суулгасан. Баруун шилбэний ясанд хяналтын бүлгийн 1 суулгац, зүүн шилбэний ясанд туршилтын бүлгийн 4 суулгац тус бүр суулгасан. Хяналтын бүлгийн шүдний суулгацууд RBM гадаргуутай, туршилтын 4 бүлгийн суулгацууд 30 нм, 50 нм, 70 нм ба 100 нм диаметр бүхий нанохоолойн тогтоцтой байв. Булчин ба фасцийг 4-6 викрилийн шимэгддэг утсаар оёж, гаднах дермисийн давхрагыг нейлон утсаар оёж хаасан. Мэс заслын дараа туулайг тус тусад нь байрлуулсан.[14]

4. Сканнердах электрон бичил харуурын (Scanning Electron Microscopy, SEM) шинжилгээ: Шүдний суулгац ба тойрон ясны сорьцыг Карновскийн уусмалаар бэхжүүлж 0.1M фосфатын буфер давсны (PBS) уусмалаар 15 минут тутамд 3 удаа угаасан. Сорьцыг 70-100% этанолын спиртээр усгүйжүүлж, 15 минут турш гексаметилдисилазанаар үйлчилсэн. Ясны сорьцыг 80% этилийн спиртээр хуурайшуулсны дараа өөлөх диск ашиглан шүдний суулгацыг суулгасан дугуй нүхний байрлалаар таллаж хуваасан. Шүдний суулгац ба ясны сорьцын гадаргууг хамгаалахын тулд цагаан алтаар шүршиж хамгаалалтын давхрага суулгасан. Шүдний суулгац ба ясны дээжийг наалдамхай карбон хальс ба хөнгөн цагаан туузаар SEM дээжийн ишэнд тогтоосон. Дээжийг Hitachi S-4700 (Hitachi, Tokyo, Japan) бичил харуурд 20 кВ хүчдэл дор шинжилсэн.[14]

5. Иммунофлюоресцент бичил харуурын (Immunofluorescence Microscopy, IF) шинжилгээ: Туршилтын туулайн шилбэний яснаас шүдний суулгацыг тойрон ясны хамт авч сорьцыг пенициллин (50 U/ml) ба стрептомицин (50 µg/ml) агуулсан RPMI орчинд байрлуулан хөргөгчинд 3 цаг хадгалсан. Сорьцын эсүүдийг дархлааны аргаар (immunostaining) будан, өвөрмөц бус холбогч уургийг салгах зорилгоор 15 минутын турш уургийн блоктой (DAKO, Agilent, Santa Clara, CA, USA, X0909) өсгөвөрлөсөн. Дараа нь эсүүдийг 30 минутын турш шингэрүүлсэн остеокальцины анхдагч эсрэг биетэй (3% үхрийн ийлдэсийн альбумины 1:100 шингэлэлт, #MA120788, Thermo Fisher Scientific, USA) өсгөвөрлөсөн. PBS уусмалаар угаасны дараа эсийг шингэлсэн хоёрдогч эсрэг биетэй (1:200 diluted goat anti-mouse IgG-FITC in 3% BSA, #A10530, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) харанхуй орчинд 1 цаг өсгөвөрлөж PBS уусмалаар угаасан. Эсийн бөөмийн эсрэг будалтыг хийхийн тулд Hoechst 33342 (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) будагч бодисыг 1:10 000 харьцаагаар шингэлж 5 минут будсан. Эсрэг будалт хийсний дараа Axio Observer A1 (Carl Zeiss, Jena, Germany) флюоресценцийн бичил харууpаар шинжилж зураг авсан.[14]

6. Дамжуулах электрон бичил харуурын (Transmission Electron Microscopy, TEM) шинжилгээ: Туршилтын амьтныг золиослохоос өмнө шүдний суулгацыг авч, эсийг эс хусах төхөөрөмжөөр тусгаарлаж Карновскийн уусмалд бэхэлсэн. Туулайг золиослосны дараа шүдний суулгац суулгасан хэсгийн тойрон ясны эсүүдийг цуглуулж Карновскийн уусмалаар бэхэлсэн. Цуглуулсан эсийг 0.1M PBS уусмалаар 15 минут тутамд 3 удаа угаасан. Сорьцыг 70-100% этилийн спиртээр усгүйжүүлж, пропилений ислээр солилцоо хийж, Эпон 812 ба Аралдитын холимогт шигтгэсэн. Хэт нимгэн бэлдцийг (70 нм) урьтрамикротом (Leica EM UC6 Ultramicrotome, Leica, Вена, Австри) ашиглаж бэлтгэсэн. Шүдний суулгац ба ясны эд агуулсан сорьц бүрээс бэлтгэсэн хэт нимгэн бэлдэцийн цувралыг зэсэн торон дээр цуглуулж, уранил ацетат ба хар тугалганы цитратаар будсан. Цуврал бүхий талбайг дамжуулах электрон бичил харуур (JEOL 1400-Flash, JEOL, Токио, Япон) ашиглан 120 кВ хүчдэлд ×500 өсгөж зураг авсан.[14]

7. TEM дээжийг Focused Ion Beam (FIB)-ээр бэлтгэх: Имплантын сорьцыг Карновскийн уусмалд бэхлэж 0.1M PBS уусмалаар 15 минут тутамд 3 удаа угаасан. Сорьцыг 70-100% этилийн спиртээр усгүйжүүлж, гексаметилдисилазанаар 15 минут боловсруулсан. TEM дээжийг бэлтгэхэд Helios 650 (FEI, Hillsboro, OR, USA) хос цацраг бүхий FIB системийг ашигласан. Сорьцыг бэлтгэхийн өмнө шүдний суулгац ба ясны гадаргууг хамгаалахын тулд цагаан алтны давхрага суулгасан. Сорьцыг бэлтгэхэд 30 кВ Ga+ ионы цацрагийн хурдасгуурыг ашигласан. TEM дээжийг (100

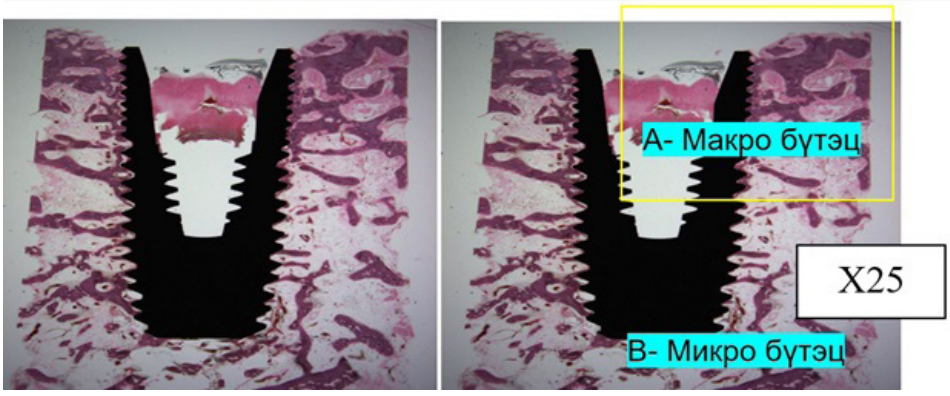
нм хүртэлх хэмжээтэй) зэсэн TEM торонд бэхэлсэн.[14] Судалгааны үр дүнг STATA 12 программ хангамжийг ашиглан боловсруулсан.

Үр дүн: Судалгааны урьдчилсан үр дүнгээс үзэхэд яс ба шүдний суулгацын бэхжилтийн холбоос 4 ба 12 долоо хоногийн дараа туршилтын бүлэгт өндөр үзүүлэлттэй байв. Ясны холтослог давхраг хяналтын болон туршилтын бүлэгт шинээр үүссэн зураглал тод илэрсэн бөгөөд хэмт ясны хувьд долоо хоногтой хяналтйн бүлэгт суулгацын орой хэсэгт үүссэн. Гэвч шинээр үүссэн ясны эд долоо хоногтой бүлэгтэй харьцуулахад 12 долоо хоногтой бүлэгт нимгэн байлаа.

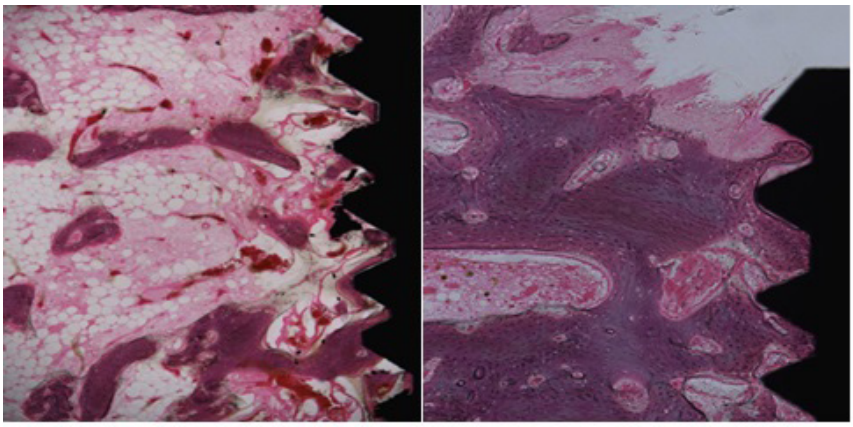
- 4 долоо хоногтой туршилтын бүлгээс median -ийг харьцуулахын тулд Wilcoxon rank-sum test-ийг ашиглана, p-value = (p>0.05)
- 12 долоо хоногтой туршилтын бүлгээс median-ийг харьцуулахын тулд Wilcoxon rank-sum test-ийг ашиглана, p-value = (p>0.05)

Ясны эзлэхүүн- Bone volume (BV)

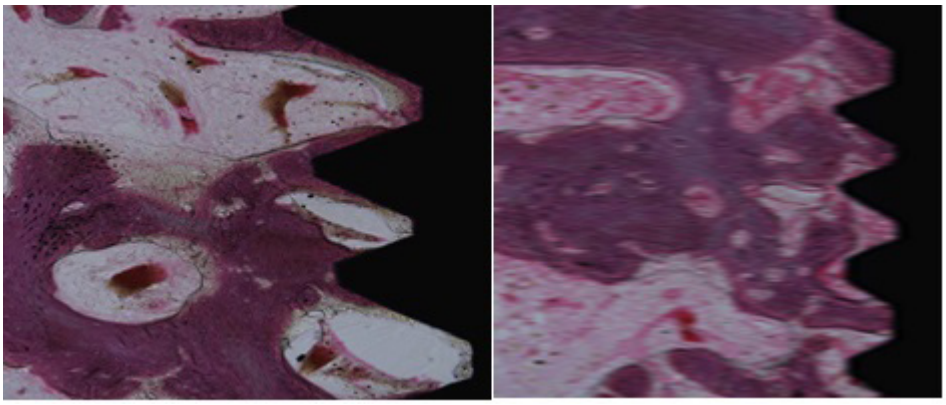
1. Micro thread 4 долоо хоногтой туршилтын бүлгээс BV-ийг хэмжив. p-value = (p>0.05)
2. Macro thread 12 долоо хоногтой туршилтын бүлгээс BV-ийг хэмжив. p-value = (p>0.05) (Зураг 4-7)



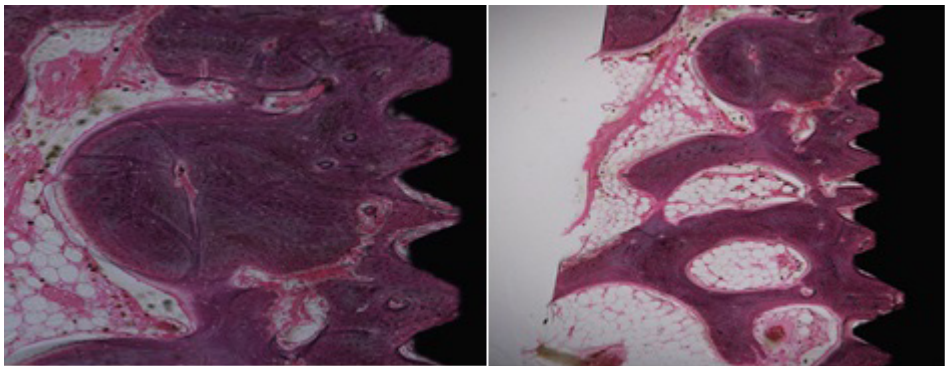
Зураг 4. Суулгацын хөндлөн зүслэгийн гистологи зураг



Зураг 5. Электрон микроскоп (Leisa DM 2500, Leisa Microsystems, Germany) слайд (X25, X50)



Зураг 6. 4 долоо хоног хяналтын micro-thread, 4 долоо хоног туршилтын macro-thread



Зураг 7. 12 долоо хоног хяналтын macro-thread, 12 долоо хоног туршилтын micro-thread

Хэлцэмж: Шүдний суулгацын гадаргын тогтоц ясны бэхжилтэд шууд нөлөөлдөг. Титанан шүдний суулгацын ислийн давхрагад нанохоолой бүхий тогтоц үүсгэж ясны бэхжилтийг судласан олон судалгааны ажлууд хийгдсэн байдаг.[11] Шүдний суулгацын гадаргууд төрөл бүрийн диаметр бүхий нанохоолой (30 нм, 70 нм, 100 нм) үүсгэж судлахад ач холбогдолтой үр дүн гарсан байна.[15,16,17] Эдгээр судалгаанд шүдний суулгац ба тойрон ясны дээжийг таллаж яс ба шүдний суулгацын анхдагч холбоос ба үүссэн ясны эзлэхүүнийг радиологийн ба гистоморфометрийн аргаар үнэлэж байв. Эсрэг тал дээжийг шүдний суулгацыг эргүүлэх моментыг хэмжихэд ашигласан байна.

Микро-СТ-ийн шинжилгээнд бид суулгацуудын ойролцоох ясны хэсгийг хэмжиж, имплантын osseointegration-ийг радиологийн аргаар үнэлэв. Микро-томографи нь үр дүнтэй, үл эвдэх, нөхөн үржих боломжтой гурван хэмжээст дүрслэх арга бөгөөд янз бүрийн нөхцөлд ясны архитектур, нягтыг шинжлэн боловсруулдаг. Хэдийгээр бичил СТ-ийн үнэлгээ нь суулгацын гадаргуутай зэргэлдээх ясыг хэмжих чадвартай боловч үүнийг янз бүрийн бүлгүүдийн туршилтыг харьцуулах зорилгоор хийсэн судалгаанд ашиглаж болно.Энэхүү судалгаанд туршилтын бүлгийн 30 нм ба 70 нм нанохоолой бүхий шүдний суулгацын бүлэгт шинэ ясны эдийн хэлбэржилт, ясны бэхжилт бусад бүлэгтэй харьцуулахад эрчимтэй явагдсан байна. Суулгацын титаны исэлт давхрагын нанохоолой бүхий тогтоц туулайн бөөм дэх титаны исэлт давхаргын ширхэгээр хучигдсан гадаргуутай харьцуулбал ясны холболтын бат бэхийг мэдэгдэхүйц сайжруулсан болохыг харуулж байна. TiO2 нанохоолойн тогтоц ясны эд эсийн сувэрхэг бүтэцтэй илүү төстэй бөгөөд яс ба титаны гадаргуу хүрэлцэх хэсэгт ясны эд шинээр үүсэхэд тохиромжтой харилцан үйлчлэлийг бий болгож байна гэж таамаглаж байна.

Дүгнэлт: Энэхүү судалгааны ажлын хязгаарлалтын хүрээнд гистоморфометрийн шинжилгээний үр дүнгээс харахад 12 долоо хоногт ясны хэмжээ, BIC, micro-BV-ийн үр дүн 4 долоо хоногоос өндөр байгааг харуулж байна. Гэсэн хэдий ч BV-ийн үр дүн нь 4 долоо хоногт гурван дараалсан макро оёдлын үр дүн 12 долоо хоногоос дээш байсан. Түүнчлэн эргүүлэх моментын туршилтаас харахад 70 нм туршилтын бүлэгт 4 долоо хоногт бусад бүлгүүдээс илүү их эргүүлэх хүч нэмэгдсэн байна.

1. Гистоморфометрийн шинжилгээ, эргүүлэх моментын туршилтын үр дүнгээс үзэхэд яс ба шүдний суулгацын бэхжилтийн холбоос 4 ба 12 долоо хоногийн дараа туршилтын бүлэгт өндөр үзүүлэлттэй байв.
2. 30 нм ба 70 нм титаны исэлт давхрага бүхий тогтоц эдгэрэлтийн хугацаанаас хамаарч остеогенез ба ясны бэхжилтэнд эерэг нөлөө үзүүлж болзошгүй байна.

Ном зүй:

1. *Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. Scand J Plast Reconstr Surg Suppl. 1977;16(1):1-132.*
2. *Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Brånemark PI, Jemt T. A Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. Int J Oral Maxillofac Implants. 1990;5(4):347-59.*
3. *Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Int J Oral Surg. 1981 Dec;10(6):387-416.*
4. *Le Guéhennec L, Soueidan A, Layrolle P, Amouriq Y. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. Dent Mater. 2007;23(7):844-54.*
5. *Buser D, Nydegger T, Oxland T, Cochran DL,Schenk RK, Hirt HP, Snétivy D, Nolte LP. Interface shear strength of titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: a biomechanical study in the maxilla of miniature pigs. J Biomed Mater Res. 1999 May;45(2): 75-83.*
6. *Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. J Biomed Mater Res. 199;25(7):889-902.*
7. *Schwartz Z, Boyan BD. Underlying mechanisms at the bone-biomaterial interface. J Cell Biochem. 1994;56(3):340-7.*
8. *Schwartz Z, Kieswetter K, Dean DD, Boyan BD. Underlying mechanisms at the bone-surface interface during regeneration. J Periodontal Res. 1997;32(1 Pt 2):166-71.*
9. *Schwartz Z, Lohmann CH, Oefinger J, Bonewald LF, Dean DD, Boyan BD. Implant surface characteristics modulate differentiation behavior of cells in the osteoblastic lineage. Adv Dent Res. 1999;13:38-48.*
10. *Gotfredsen K, Wennerberg A, Johansson C, Skovgaard LT, Hjørting-Hansen E.Anchorage of TiO2-blasted, HA-coated, and machined implants: an experimental study with rabbits. J Biomed Mater Res. 1995;29(10):1223-31.*
11. *Choi JY, Sim JH, Yeo IL. Characteristics of contact and distance osteogenesis around modified implantsurfaces in rabbit tibiae. J. Periodontal Implant Sci. 2017;47(11):182–192.*
12. *Kulkarni M, Mazare A, Gongadze E, Perutkova S, Kralj-Iglic V, Milosev I, Schmuki P, Iglic A, Mozetic M. Titanium nanostructures for biomedical applications. Nanotechnology. 2015;29(10):062002.*
13. *Albrektsson T, Jemt T, Molne J, Tengvall P, Wennerberg A. On*

inflammation-immunological balance theory-A critical apprehension of disease concepts around implants: Mucositis and marginal bone loss may represent normal conditions and not necessarily a state of disease. Clin. Implant Dent. Relat. Res. 2019;21:183–189.

14. *Albrektsson T, Chrcanovic B, Molne J, Wennerberg A. Foreign body reactions, marginal bone loss and allergies in relation to titanium implants. Eur. J. Oral Implantol. 2018;11:S37–S46.*
15. *Brunski J. On Implant Prosthodontics: One Narrative, Twelve Voices - 2. Int. J. Prosthodont. 2018;31:15–22.*
16. *Kwon TK, Choi JY, Park JI, Yeo IL. A Clue to the Existence of Bonding between Bone and Implant Surface: An In Vivo Study. Mater. 2019;12:1187.*
17. *Pagliani L, Sennerby L, Petersson A, Verrocchi D, Volpe S, Andersson P. The relationship between resonance frequency analysis (RFA) and lateral displacement of dental implants: An in vitro study. J. Oral Rehabil. 2013;40:221–227.*

Results of in vivo studies of bone strengthening of dental implants with titanium oxide layer

Ts.Sodkhonchimeg[1], B.Sapaar[1], J.Otgonbold[1], Kin Woo Lee[2], O.Unursaikhan[3]

[1]Department of prostodontics, School of Dentistry
[2]Central veterans dental hospital
[3]Etugen university
Email: sodkhonchimeg@mnums.edu.mn, Tel: 991944361

Since the concept of bone-strengthening in dental implants was first proposed in 1965, it has been studied in detail to study the surface characteristics of dental implants and their effect on bone strengthening. In addition, in connection with the development of nanotechnology, modern methods of treating the surface of dental implants at the nano level, creating a titanium oxide layer, and supporting the bone-strengthening of dental implants are being studied. The study was based on the study of the nano-tube structure of the oxide layer of dental implants and the possibility of determining the future development of implant therapy. The histomorphometric comparison of the effect of dentium titanium oxide layer implantation on rabbit bone on bone strength was more effective at 12 weeks than at 4 weeks. In addition, torque was highest at 70 nm in the 4-week test group and 30 nm at 12 weeks in the experimental group.

These findings suggest that the 30 nm and 70 nm titanium oxide layers may have a positive effect on osteogenesis and bone strength, depending on the healing time.

Key word: dental implant, titanium oxide layer