



RĪGAS
STRADIŅA
UNIVERSITĀTE

LAURA LOGINA

**AUGŠĒJĀS EKSTREMITĀTES AMPUTĒTĀS DAĻAS KAULAUDU
ĪPAŠĪBU IZMAIŅAS ILGSTOŠAS IŠĒMIJAS APSTĀKĻOS**

Kopsavilkums

PROMOCIJAS DARBS

medicīnas zinātņu doktora grāda iegūšanai
(specialitāte – plastiskā ķirurģija)

Rīga, 2010

Darba zinātniskais vadītājs:

Dr.med., asoc. profesors **Dainis Krieviņš**

Darba recenzenti:

- Dr.habil.med., profesors Jānis Vētra (RSU)
- Dr.habil.sc.ing., akadēmiķis Ivars Knēts (RTU)
- Dr.habil.med., profesors Haralds Jansons (Valsts emeritētais zinātnieks)

Pētnieciskā darba finansējums un atbalsts



1. ESF Nacionālās programmas “Atbalsts doktorantūras programmu īstenošanai un pēcdoktorantūras pētījumiem” projekta “Atbalsts doktorantūras un pēcdoktorantūras pētījumiem medicīnas zinātnēs”.
2. ESF projekts „Atbalsts doktorantiem studiju programmas apguvei un zinātniskā grāda ieguvei RSU”.

Promocijas darba aizstāvēšana notiks 2011. gada 24. janvārī plkst. 14.00

Rīgas Stradiņa universitātes promocijas padomes atklātajā sēdē Hipokrāta auditorijā,

Rīgā, Dzirciema ielā 16

Ar promocijas darbu var iepazīties Rīgas Stradiņa universitātes bibliotēkā.

Promocijas darba sekretāre:

Dr. habil. med., profesore

Līga Aberberga – Augškalne

Saturs

1. Izmantotie saīsinājumi	3
2. Darba aktualitāte	3
3. Darba mērķis	4
4. Darba uzdevumi	4
5. Darba hipotēzes	4
6. Darba zinātniskā un praktiskā novitāte	4
7. Pētījuma materiāli un metodes	5
Eksperimentālā pētījuma materiāls	5
Klīniskā pētījuma materiāls	5
Mērījumu veikšanas metode	6
Pētījuma datu statistiskā analīze	7
8. Rezultāti	7
9. Diskusija	17
10. Secinājumi	24
11. Rekomendācijas	24
12. Publikācijas par darba tēmu	26
13. Pateicības	28

1. Izmantotie saīsinājumi

UIĀ	–	ultraskaņas izplatīšanās ātrums
USM	–	ultrasonometrija
Ca	–	kalcijs
HA	–	hidroksiapatīts
VFK	–	vidējās falangas kauls
MKK	–	metakarpālais kauls
PFK	–	proksimālās falangas kauls

2. Darba aktualitāte

Augšējo ekstremitāšu traumas ir plaši izplatītas dažādu ekonomisko un sociālo grupu iedzīvotāju vidū. Smagu roku traumu gadījumos cilvēkam palielinās risks invaliditātei un mirstībai, kas būtiski ietekmē indivīda un valsts sociālekonomisko situāciju. Viena no smagākajām ekstremitāšu traumām ir pilnīga pirkstu vai ekstremitātes amputācija. Visbiežāk šādas traumas notiek darba apstākļos gados jaunu un ekonomiski aktīvu iedzīvotāju grupā. Smagu rokas traumu gadījumos ļoti svarīgi ir pēc iespējas atjaunot bojātās ekstremitātes funkcionalitāti. Totāli amputētas ekstremitātes vienīgā funkcijas atjaunošanas metode ir replantācija. Pirms veikt replantāciju, kā arī prognozētu operācijas rezultātus, nepieciešams pēc iespējas detalizēti izvērtēt traumētos audus - mīksto audu, asinsvadu, nervu un kaulaudu stāvokli. Replantācijas gadījumā amputētā daļa, tostarp arī kaulaudi, pirms asinsrites atjaunošanas ir ilgstoši atradušies išēmijas stāvoklī - reizēm trīs, piecas un pat 16 stundas. Iespējas veikt veiksmīgu amputētās daļas asinsrites atjaunošanu pēc ilgstošas išēmijas ir atkarīga no išēmijas ilguma, amputācijas līmeņa, bojāto struktūru stāvokļa, kā arī pacienta vecuma, blakus saslimšanām, kaitīgiem ieradumiem un vēl citiem faktoriem.

Agrīnās pēcreplantācijas perioda galvenās komplikācijas ir arteriāla vai venoza nepietiekamība ar tai sekojošu trombozi un infekcija. Biežākā no tām ir venozā stāze un tai sekojoša tromboze. Analizējot pirkstu uzbūvi, redzams, ka pat vairāk nekā pusi no šķērsriezuma, sastāda kaulaudi. Kaulaudi ir būtiska pirkstu sastāvdaļa, un ilgstošas išēmijas radītām kaulaudu izmaiņām varētu būt nozīme visbiežāk sastopamās komplikācijas – venozās stāzes attīstībā. Ir pierādīta kaulaudu spēja deponēt asinis. Kaulaudu venozās atces uzlabošana replantētajā daļā varētu būt viens no mehānismiem kā mazināt venozās stāzes rašanās iespēju replantātā.

Kaulaudu izmaiņas ilgstošas išēmijas vai venozās stāzes gadījumā ir pētītas saistībā ar avaskulāras nekrozes problemātiku, kā arī attīstoties kaulu transplantācijai – pētot kaula revaskularizācijas procesus. Pētījumos parasti izmanto rentgenoloģiskās izmeklēšanas metodes, kā arī iespējams izmantot invazīvas izmeklēšanas metodes. Ilgstošas išēmijas radītās kaulaudu izmaiņas amputētā daļā ir grūti pētāmas. Ir vairākas kaulaudu izmeklēšanas metodes, taču lielākā daļa no tām ir invazīvas vai arī

ļoti sarežģītas, dārgas un nav izmantojamas klīniskā praksē pacientiem ar augšējās ekstremitātes pirkstu amputāciju. Ultrasonometrija (USM) ir izmeklēšanas metode, kuras pamatprincips ir ultraskaņas izplatīšanās ātruma noteikšana. Šīs metodes izmantošanas iespējas kaulaudu izmeklēšanā pēdējos gados iegūst arvien lielāku popularitāti. Ultraskaņas izplatīšanās ātrums (UIĀ) kaulos ir viens no kaula akustisko īpašību raksturlielumiem, kas raksturo gan kaula blīvumu, gan strukturālo organizāciju.

Ilgstošas išēmijas radīto kaulaudu izmaiņu ietekme augšējās ekstremitātes pirkstu replantāciju gadījumos, kā arī kaulaudu nozīme replantētās daļas venozās stāzes attīstībā un kompensācijā līdz šim nav pētītas. Nosakot ilgstošas išēmijas radītās izmaiņas amputētās daļas kaulaudos, varētu prognozēt venozās stāzes attīstību un veikt profilaktiskus pasākumus optimāla rezultāta sasniegšanai.

3. Darba mērķis

Izpētīt augšējās ekstremitātes amputētās daļas kaulaudu īpašību izmaiņas ilgstošas išēmijas apstākļos.

4. Darba uzdevumi

1. USM metodikas izstrāde mērījumu veikšanai amputētās daļas kaulaudos.
2. UIĀ izmaiņu noteikšana kaulaudos ilgstošas ekstremitātes išēmijas gadījumā eksperimentālā modelī.
3. UIĀ izmaiņu noteikšana augšējās ekstremitātes amputēto daļu kaulaudos ilgstošas išēmijas gadījumā klīniskā praksē.
4. Rekomendāciju izstrāde pacientiem pēc augšējās ekstremitātes pirkstu replantācijas, lai mazinātu venozās stāzes attīstību un iegūtu optimālu funkcionālo rezultātu.

5. Darba hipotēzes

1. Kaulaudu ilgstošas išēmijas radītas izmaiņas var noteikt ar USM.
2. Ilgstošas išēmijas radītās izmaiņas amputētās daļas kaulaudos var veicināt venozās stāzes attīstību.

6. Darba zinātniskā un praktiskā novitāte

1. Konstatētas akustisko īpašību izmaiņas augšējās ekstremitātes pirkstu kaulaudos ilgstošas išēmijas laikā.

2. Izvērtēta kaulaudu stāvokļa nozīmība replantācijas visbiežākās komplikācijas – venozās stāzes attīstībā.
3. Izveidotas rekomendācijas venozās stāzes novēršanā pacientiem pēc augšējās ekstremitātes pirkstu replantācijas.

7. Pētījuma materiāli un metodes

Eksperimentālā pētījuma materiāls

Eksperimentālo pētījumu veica Latvijas Lauksaimniecības universitātes veterinārmedicīnas fakultātes Klīniskajā institūtā.

Pētījumā izmantoja Čehu Albino (*Czech Albino*) trušus. Visi dzīvnieki turēti atbilstoši standarta apstākļiem. Katrs dzīvnieks turēts atsevišķā būrītī, ievērojot 12-stundu tumsas un gaismas režīmu. Visi pētījumā izmantotie dzīvnieki bija pieauguši, vecums 12 ± 1 mēn. Dzīvnieku svars $3,94 \pm 0,24$ kg.

Lai noskaidrotu UIĀ veselīem objektiem standarta apstākļos, sākotnēji veica dzīvnieku priekšējo ekstremitāšu kaulu UIĀ bāzes mērījumus. Bāzes mērījumus kopā veica septiņu trušu abās priekšējās ekstremitātēs (14 objekti) - rādija distālā 1/3, izdarot kopā 56 mērījumus (katrā lokalizācijā mērījumus atkārtoja četras reizes).

Sešiem objektiem izdarīja eksperimentālos UIĀ mērījumus - pēc akūtas, pilnīgas asinsrites pārtraukšanas (mērījumi 3labā un 3kreisā ekstremitātē; 2vīriešu, bet 4sieviešu dzimuma dzīvniekiem). Pirmos eksperimentālos mērījumus veica tūlīt pēc dzīvnieku eitanāzijas. Pēc tam veica priekšējo ekstremitāšu amputāciju un turpināja periodiski veikt mērījumus - trīs, 10, 17, 33, 52, 80 stundas, pēc asinsrites pārtraukšanas.

Eksperimentālā pētījuma modelis veidots līdzīgs ekstremitātes vai tās daļas amputācijai klīniskā situācijā. Mērījumus veica no amputācijas līmeņa distāli atrodošā kaulā, kas amputācijas rezultātā tieši nebija traumēts. Eksperimentālos mērījumus veica tajā pašā vietā, kur bāzes mērījumus – rādija distālā 1/3, vietā, kur ir visplānākais ādas-zemādas slānis, kā arī kontakta uzlabošanai lietojām speciālu gēlu (Aquasonics 100, Parker Labs), lai mērījumi būtu precīzāki. Kopā sešiem objektiem izdarīja 168 mērījumus - katram objektam katrā mērījuma laikā atkārtoja četrus mērījumus.

Mērījumus veica dzīvniekiem pēc eitanāzija, kas tika izdarīta eksperimentā sakarā ar citu nepieciešamību, pētījumā, kura gaita un pielietotie līdzekļi neietekmēja dzīvnieku kustību balsta aparātu un asinsriti ekstremitātēs.

Klīniskā pētījuma materiāls

Pētījums veikts RAKUS klīnikas „Gaiļezers” klīniskā bāzē un sadarbībā ar Latvijas plastiskās rekonstruktīvās un mikroķirurģijas centru. Mērījumi veikti 17 pacientiem, kas sakarā ar augšējās ekstremitātes viena vai vairāku pirkstu totālu traumatisku amputāciju stacionēti un ārstēti ķirurģiski. Pacientu vecums no 19 līdz 68

gadiem (vidējais vecums $41,9 \pm 11,75$ gadi), no tiem 14 vīrieši (82,4%) un trīs sievietes (17,6%), labā roka traumēta deviņiem pacientiem, bet kreisā – astoņiem pacientiem.

Pētījumā iekļauti tikai tādi pacienti, kuriem bija totāla augšējās ekstremitātes viena vai vairāku pirkstu, vai plauksta daļas amputācija. Tas nozīmē, ka kopš traumas notikšanas brīža amputētā daļa bija pilnīgi atdalīta un nebija saistīta ar amputācijas stumbru ar struktūrām, kas amputētā daļā varētu nodrošināt asinsriti un amputētā daļā bija siltā išēmija. Pētījumā iekļauti tikai tādi pacienti, kas mērījumu veikšanas brīdī bija vecāki par 18 gadiem un kuriem trauma ir vienā līmenī – rentgenoloģiskā izmeklējuma laikā mērījuma veikšanai paredzētā kaulā netika konstatēts lūzums, kā arī pēc aptaujas datiem pacientam nav būtiskas blakus saslimšanas un agrāk nav bijušas nevienas augšējās ekstremitātes pirkstu kaulu lūzuma vai būtiskas mīksto audu traumas. Pētījumā iekļauti tikai tādi pacienti, kuriem mērījuma līmenī netika konstatēti makroskopiski redzami mīksto audu bojājumi. Mērījumi veikti amputētās daļas kaulā, kas atrodas distāli no amputācijas (lūzuma) skartā kaula, bet kontroles mērījumi - veselajā ekstremitātē, lokalizācijā, kas ir simetriska mērījumiem amputētā daļā. Amputētajā daļā mērījumi veikti tikai traumā tieši neskartiem kauliem, kas atrodas distāli no lūzumā skartā kaula. Tādējādi maksimāli samazinājām iespēju, ka mērījumu rezultātus varētu ietekmēt traumas rezultātā radies mīksto audu vai kaula mehāniskais bojājums.

Mērījumi veikti pēc pacienta uzņemšanas klīnikā, pēc rentgenoloģiskās izmeklēšanas un klīnisko analīžu veikšanas, kad pacients tika nogādāts operāciju zālē, tieši pirms operācijas sākuma.

Atkarībā no mērījuma lokalizācijas pacienti tika iedalīti 14 grupās, attiecīgi atzīmējot ar romiešu cipariem: I – metakarpālais kauls; II – proksimālās falangas kauls; III – vidējās falangas kauls; un papildinot ar pirkstu apzīmējošu skaitli šādi: 1 – pirmais pirksts, 2 - otrais pirksts, 3 - trešais pirksts, 4 - ceturtais pirksts, 5 - piektais pirksts.

Kopā mērījumus izdarīja 17 pacientiem jeb 29 klīniskiem gadījumiem. Viena pacienta mērījumus vienā konkrētā zonā pieņēma par vienu klīnisko gadījumu. No visiem 17 pacientiem mērījumi tikai vienā zonā, t.i., viens pacients ir viens klīniskais gadījums, bija 10 pacientiem. Pārējiem pacientiem mērījumus veica vairāk nekā vienā zonā, tātad viens pacients ir vairāk nekā viens klīniskais gadījums. Kopā veica 116 mērījumus amputētos plauksta kaulos (29 klīniskie gadījumi – katrs mērījums četras reizes) un attiecīgi 116 mērījumus veselās ekstremitātes kaulos (29 klīniskie gadījumi – katrs mērījums četras reizes) lokalizācijās, kas ir simetriskas mērījumiem amputētās daļas kauliem.

Mērījumu veikšanas metode

Mērījumus veica ar USM aparāturu – „Osteo-1”, kura darbības principā tiek izmantoti garenviļņi ar darba frekvenci 250kHz.

Mērījumiem izmantoja zondi ar koncentratoru. Mērījumus veica pa kaula garenasi, mērījumu bāze 10 mm. Pirms katra mērījuma aparātu pārbaudīja, veicot mērījumu uz standarta materiāla – organiskā stikla.

Eksperimentālā pētījumā trušiem UIĀ mērījumus veica priekšējās ekstremitātēs - rādija distālā 1/3 caur ādu. Lai izvairītos no mīksto audu un kaulu izžūšanas un saglabātu audu mitrumu, dzīvnieku ekstremitātes ievietoja +5C līdz +7C grādu temperatūrā un ietina ar NaCl 0,9% šķīdumu samitrinātā audumā. Trušu ķepas iztina tikai uz mērīšanas brīdi. Amputētās ekstremitātes katru reizi pirms un pēc mērīšanas nosvēra ar elektroniskiem svāriem (Talent TE12000, Sartorius) ar precizitāti līdz vienam gramam.

Arī klīniskos mērījumus veica ar USM aparāturu – „Osteo-1”, kura darbības principi aprakstīti iepriekš. Mērījumus veica pa amputētās daļas un veselās ekstremitātes plaukstas kaulu garenasi, mērījumu bāze tāpat kā eksperimentālā pētījumā 10 mm. Mērījumi veikti caur ādu un labāka mērījuma kontrasta nodrošināšanai tika lietots ultraskaņas gēls (Aquasonics 100, Parker Labs). Mērījumus veica plaukstas metakarpālos, proksimālās un vidējās falangas kaulu vidējā 1/3, mērījuma zondi novietojot 45 grādu leņķī slīpi attiecībā pret garenass plakni. Šāda taktika izvēlēta tādēļ, ka šajā lokalizācijā kaulam apkārt ir vismazāk mīksto audu. Pirkstu laterālā vai mediālā malā starp ādu un kaulu neatrodas cīpslas, kā tas ir dorsālā un palmārā pusē, kā arī šajā reģionā mīksto audu daudzums ir salīdzinoši vismazākais. Mērījumus veica saskaņā ar literatūrā aprakstītu UIĀ mērīšanas metodiku.

Pētījuma datu statistiskā apstrāde

Visi eksperimentālā un klīniskā pētījuma kaulaudu UIĀ mērījumu rezultātus sistematizēja Microsoft Excel datu apstrādes programmā. Atkarībā no mainīgā lieluma veida aprēķināja centrālās tendences rādītājus (vidējo aritmētisko) un izkliedes rādītājus (standartnovirzi un standartkļūdu).

Datu grupu salīdzināšanai izmantoja neatkarīgu izlašu Stjudenta t-testu un savstarpējās saistības meklētas ar parametriskām un neparametriskām korelācijas analīzes metodēm. Attiecību skalas lielumiem pielietots, vai nu t-tests vai dispersijas analīze (ANOVA), atkarībā no salīdzināmo grupu skaita.

Statistiskā datu apstrāde veikta ar datorprogrammu SPSS 16.0 [firma SPSS, ASV]. Iegūto datu apstrādē izmantotas atbilstošas medicīniskās un bioloģiskās statistiskās metodes, kuras ļāva novērtēt sakarību tendences un izkliedes.

Rezultātu statistisko hipotēžu izvērtēšanai visos gadījumos izmantots būtiskuma līmenis $p=0,05$ vai $p<0,05$.

Datu empīriskā sadalījuma atbilstību normālsadalījumu pārbaudīja, izmantojot Kolmogorova-Smirnova testu.

8. Pētījuma rezultāti

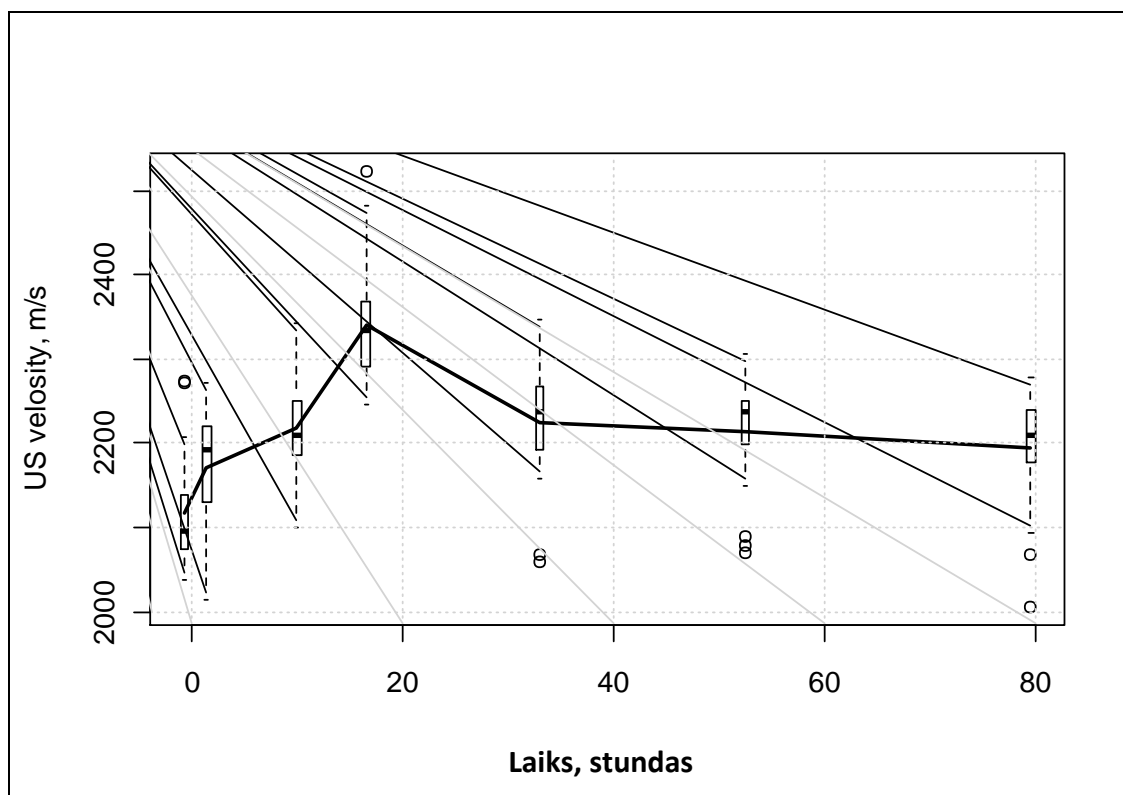
Eksperimentālā pētījuma rezultāti

Kopā izdarīja 224 mērījumus, no kuriem 56 mērījumi bija bāzes mērījumi, bet 168 – eksperimentālie mērījumi. Sākotnēji eksperimentālo datu rezultātus

pārbaudījām, izmantojot Kolmogorova-Smirnova testu, un secinājām, ka mērījumi atbilst normālam sadalījumam. Tādējādi tālākos aprēķinos izmantoja parametriskās statistikas metodes (t-testu, dispersiju analīzi u.c.). UIĀ dzīvniekiem veicot, bāzes mērījumus bija 2113 ± 83 m/s, bet eksperimentālā pētījuma mērījumi bija robežās no 2006 m/s līdz 2523 m/s.

Lai novērtētu kopsakarības, izrēķināja katrā laika periodā veikto mērījumu vidējās vērtības, maksimālo un minimālo vērtību, un standartnovirzi. Mērījumi grupās veikti dažādās dienās un nebija iespējams mērījumus izdarīt, ievērojot precīzus laika intervālus līdz minūtēm, tāpēc, veicot rezultātu apstrādi, dati analizēti par vienu punktu ņemot laika intervālu $\pm 0,5$ stundu.

Veicot iegūto rezultātu vidējo vērtību un standartnovirzes aprēķinus, iegūstam, ka sākotnējais UIĀ - tūlīt pēc dzīvnieku eitanāzijas vidēji bija 2162 ± 83 m/s, kas ir pielīdzināms bāzes mērījumiem – 2113 ± 83 m/s. Pirmo 17 stundu laikā pēc asinsrites pārtraukšanas novērojama UIĀ būtiska palielināšanās, sasniedzot 2341 ± 72 m/s. Analizējot līknes pirmo daļu, novērojams, ka intervālā līdz trim stundām pēc asinsrites pārtraukšanas novēro UIĀ pieaugumu, bet laika intervālā no trim līdz 10 stundām novēro plato, pat UIĀ samazināšanos. Laika intervālā no 10 stundām līdz 17 stundām atkal novērojams straujš UIĀ pieaugums, sasniedzot maksimālo vērtību 2341 ± 72 m/s. Pēc 17 stundām kopš asinsrites pārtraukšanas UIĀ sāk samazināties un pēc 33 stundām kopš asinsrites pārtraukšanas sasniedz apmēram tādu pašu UIĀ, kā intervālā no trim līdz 10 stundām pēc asinsrites pārtraukšanas. Laika intervālā līdz 80 stundām kopš asinsrites pārtraukšanas UIĀ vēl vairāk samazinās, sasniedzot gandrīz sākotnējo UIĀ, t.i., 2195 ± 67 m/s. Skatīt attēlu Nr. 1.



Attēls Nr.1. Vidējais UIĀ visās grupā kopā ar standartnovirzi

Iegūtos datus analizēja atkarībā no vairākiem parametriem. Sākotnēji analizējam iegūto datu saistību atkarībā no ekstremitātes, kurā veica mērījumus (labā/kreisā). Mērījumi statistiski ticami neatšķīrās atkarībā no mērījumu veikšanas ekstremitātēs ne pirmajā mērījumā ($t=1,239$, $p=0,219$), ne sasniedzot maksimālo UIĀ vērtību 17. stundā ($t=1,439$, $p=0,164$), ne arī pēdējā mērījumā ($t=1,725$, $p=0,98$).

Veicot datu analīzi attiecībā no dzimuma, secinājām, ka nepastāv būtiska atšķirība starp abiem dzimumiem.

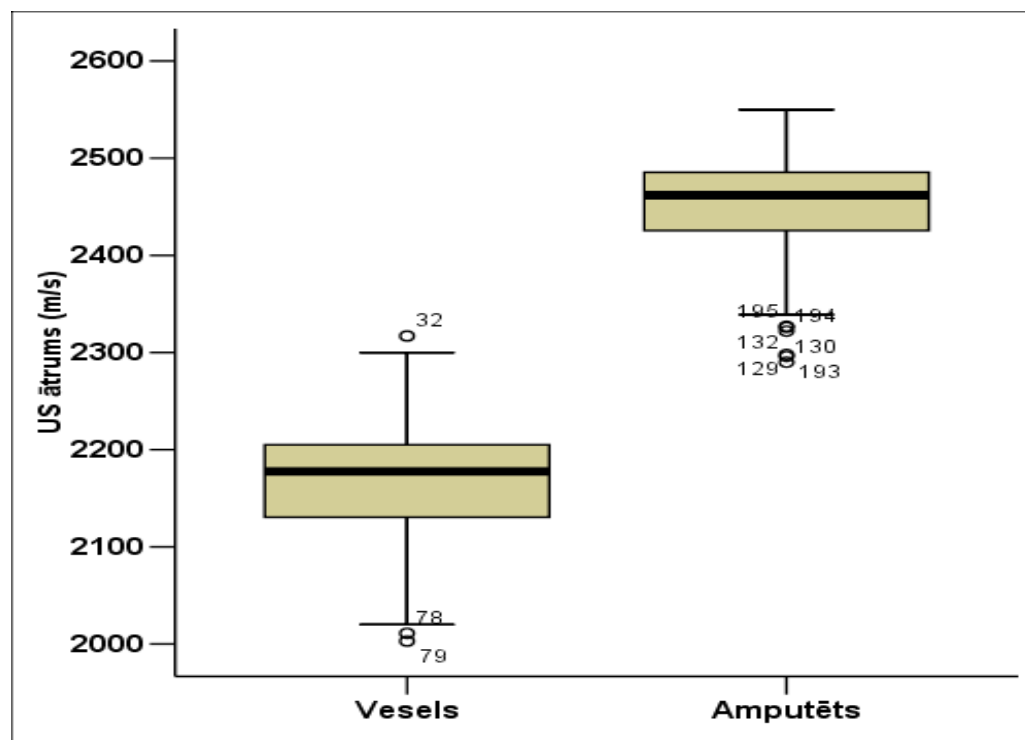
Klīniskā pētījuma rezultāti

17 pacientiem (29 klīniskie gadījumi) kopā veica 116 mērījumus amputēto pirkstu kaulos distāli no amputācijas zonas un attiecīgi 116 mērījumus veselās ekstremitātes kaulos, lokalizācijā, kas ir simetriska mērījumiem amputētajā daļā.

Pētījuma rezultātus, sākotnēji pārbaudot ar Kolmogorova Smirnova testu, secinājām, ka mērījumi veselam ($Z=1,115$; $p=0,166$) un amputētam ($Z=1,096$; $p=0,181$) kaulam atbilst normālam sadalījumam. Tādējādi tālākos aprēķinos izmantoja parametriskās statistikas metodes (t-testu, dispersiju analīzi u.c.).

UIĀ vidējā vērtība veselos kaulos bija robežās no 2003m/s līdz 2317m/s, vidējā vērtība sastādīja 2171 ± 68 m/s. Savukārt UIĀ amputētos kaulos bija robežās no 2290m/s līdz 2550m/s, vidējā vērtība sastādīja 2451 ± 55 m/s.

Pēc Livena (*Levene's*) testa abu izlašu izkliedes ir vienādas ($F=3,255$; $p=0,073$) un pēc neatkarīgu izlašu t-testa ultraskaņas ātrumu vidējās vērtības atšķiras statistiski ticami ($t=34,497$; $p=0,001$). Vizuāls rezultātu attēlojums attēlā Nr.2.



Attēls.Nr.2.UIĀ vidējās vērtības kaulos saistībā ar kaula statusu.

Aprēķinājām UIĀ starpību:

UIĀ starpība = UIĀ amputētā ekstremitātē – UIĀ veselā ekstremitātē

UIĀ starpība bija robežās no 162m/s līdz 436m/s un vidējā vērtība sastādīja 279±58m/s.

Mērījumi izdarīti visos pirkstos - no I līdz V pirkstam. Bija svarīgi noskaidrot, vai ir statistiski ticamas UIĀ atšķirības dažādu pirkstu kauliem. Hipotēzi par UIĀ vidējo vērtību vienādību dažādiem amputētiem kauliem pārbaudīja ar dispersiju analīzi (ANOVA) un ieguva, ka UIĀ vidējotās vērtības dažādu pirkstu kaulos atšķiras statistiski ticami ($F=5,448$; $p<0,001$).

Vidējoto pa dažādu pirkstu kauliem UIĀ vidējo vērtību salīdzinājums vizuāli attēlots attēlā Nr.3.

Hipotēzi par UIĀ starpības vidējo vērtību vienādību dažādiem kauliem pārbaudīja ar dispersiju analīzi (ANOVA) un ieguva, ka UIĀ starpības vidējās vērtības dažādos pirkstu kaulos atšķiras statistiski ticami ($F=11,228$; $p<0,001$). Vidējotās pa pirkstu dažādu līmeņu kauliem UIĀ salīdzinājums pēc kaula statusa attēlots attēlā Nr.4.

Savstarpēji salīdzinot UIĀ dažādos pirkstu kaulos, konstatēja, ka vairākiem kaulu pāriem (amputēts/vesels) ir novērojamas statistiski ticamas atšķirības. Vislielāko UIĀ amputētās daļas kaulos novēro II-I, I-5 zonā, veselā daļā III-4 un I-5 zonā, bet vislielāko UIĀ starpību (UIĀ amputētā – UIĀ veselā) novēro II-I, I-4 un III-V zonās. Savukārt vismazāko UIĀ amputētās daļas kaulos novēro attiecīgi amputētajā daļā I-1, I-2, I-4 un III-V zonā, veselā daļā I-4 un III-5 zonā, bet vislielāko UIĀ starpību (UIĀ amputētā – UIĀ veselā) novēro I-1, I-2 un III-4 zonā. Zonu sadalījumu skatīt attēlā Nr.5.

Hipotēzi par UIĀ vidējo vērtību vienādību dažādiem veseliem kauliem pārbaudījām ar dispersiju analīzi (ANOVA) un ieguvām, ka UIĀ vidējās vērtības dažādos pirkstu kaulos atšķiras statistiski ticami ($F=19,385$; $p<0,001$).

Veicām arī mērījumu korelācijas analīzi atkarībā no išēmijas laika un kaula statusa – amputēts un vesels. Skatīt attēlus Nr.6., Nr. 7., Nr. 8. Veicot lineāro regresijas analīzi visiem mērījumiem atkarībā no kaula statusa, ieguvām, ka starp UIĀ veselā kaulā un UIĀ amputētā kaulā pastāv vidēja korelācija ($R=0,574$) un determinācijas koeficients ir $R^2=0,324$. 32,4% no izkļedes iespējams izskaidrot ar UIĀ izkļedi veselā kaulā.

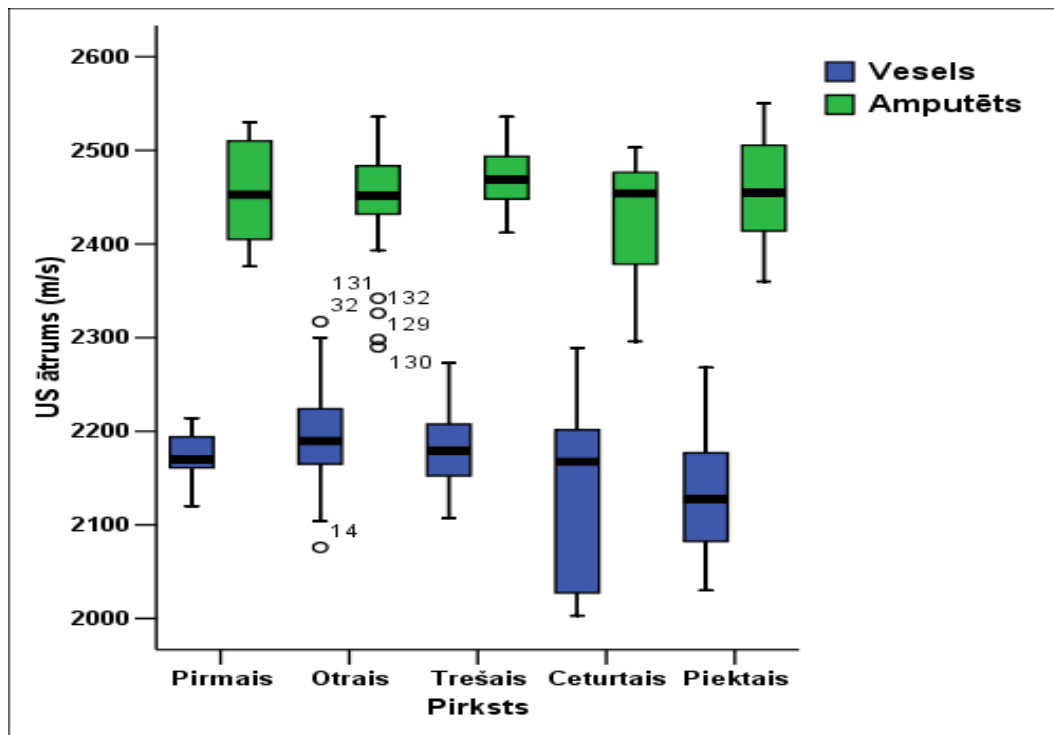
No lineārās regresijas koeficientu tabulas var uzrakstīt taisnes vienādojumu:

UIĀ amputētā kaulā (m/s)=1448,619+0,461 x UIĀ veselā kaulā (m/s)

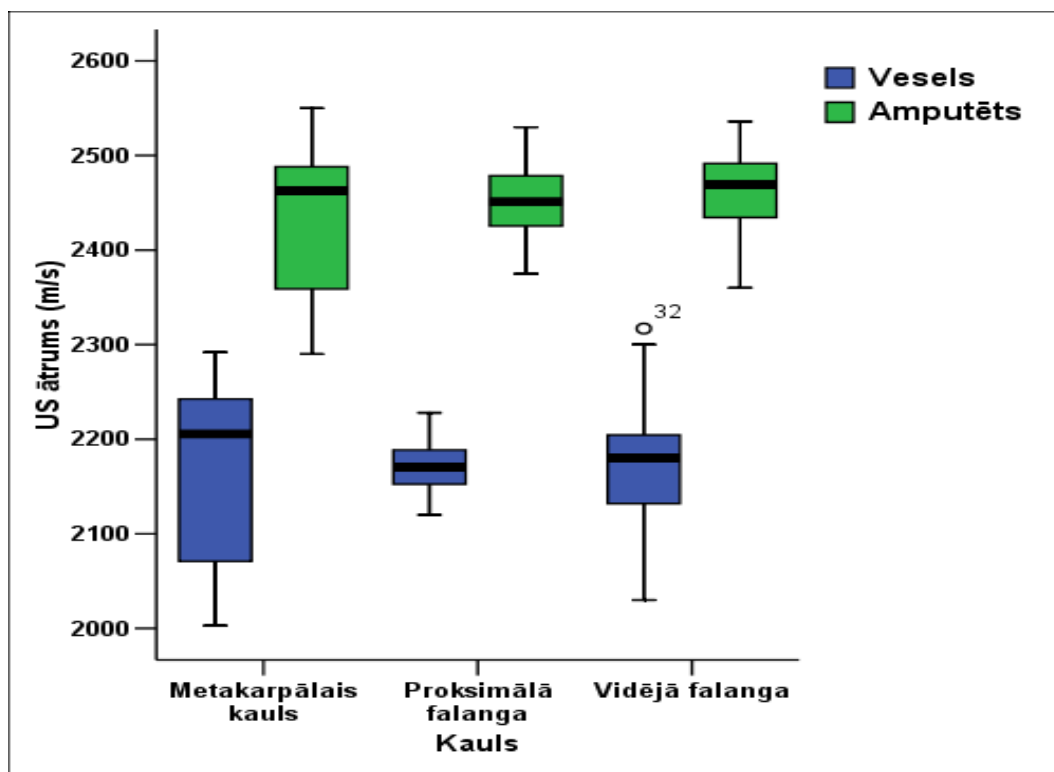
Piemēram, ja UIĀ veselā kaulā ir 2100m/s, tad, izmantojot vienādojumu, iegūst, ka UIĀ amputētā kaulā ir $2448,619+0,461 \times 2100=2416,719$ (m/s).

Veicām arī korelācijas noteikšanu UIĀ starpībai (UIĀ amputētā –UIĀ veselā) atkarībā no išēmijas laika, statīt attēlā Nr.9.

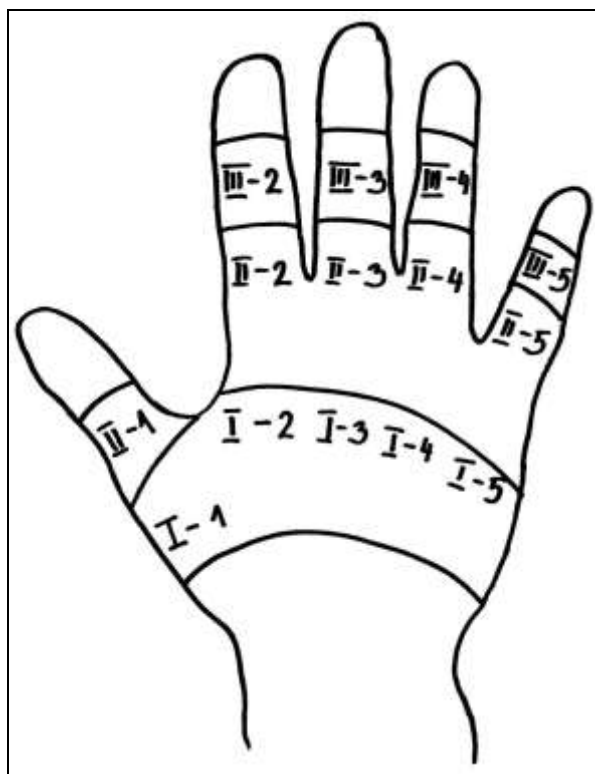
Veicot lineāro regresijas analīzi UIĀ starpībai atkarībā no išēmijas laika, ieguvām, ka starp UIĀ starpību un išēmijas laiku pastāv laba korelācija ($R=0,732$).



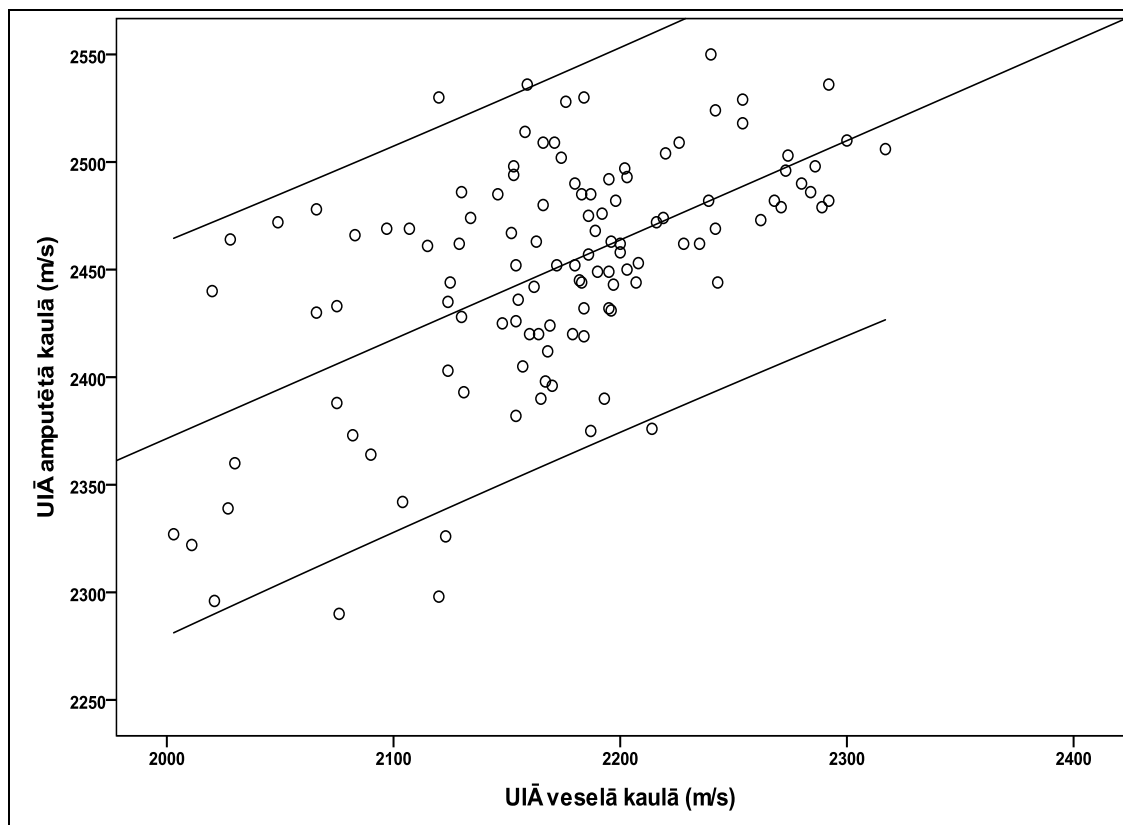
Attēls Nr.3. UIĀ dažādu pirkstu kaulos saistībā ar kaula statusu.



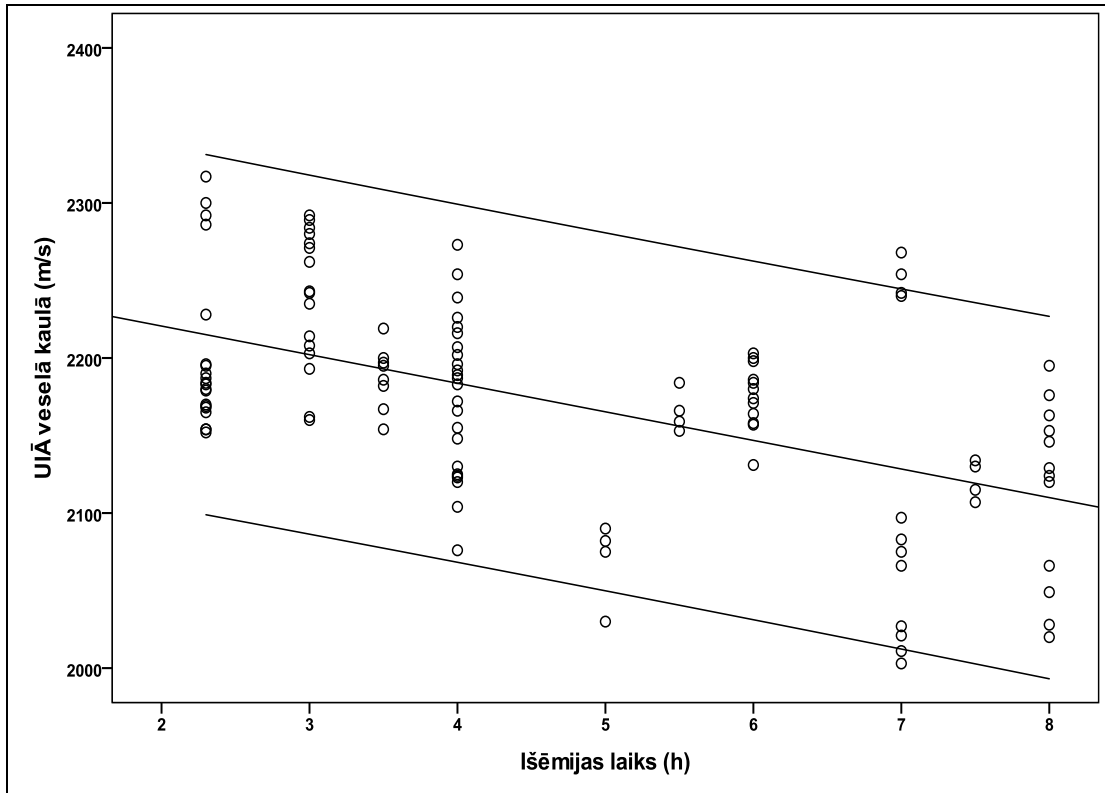
Attēls Nr.4. UIĀ pirkstu dažādu līmeņu kaulos saistībā ar kaula statusu.



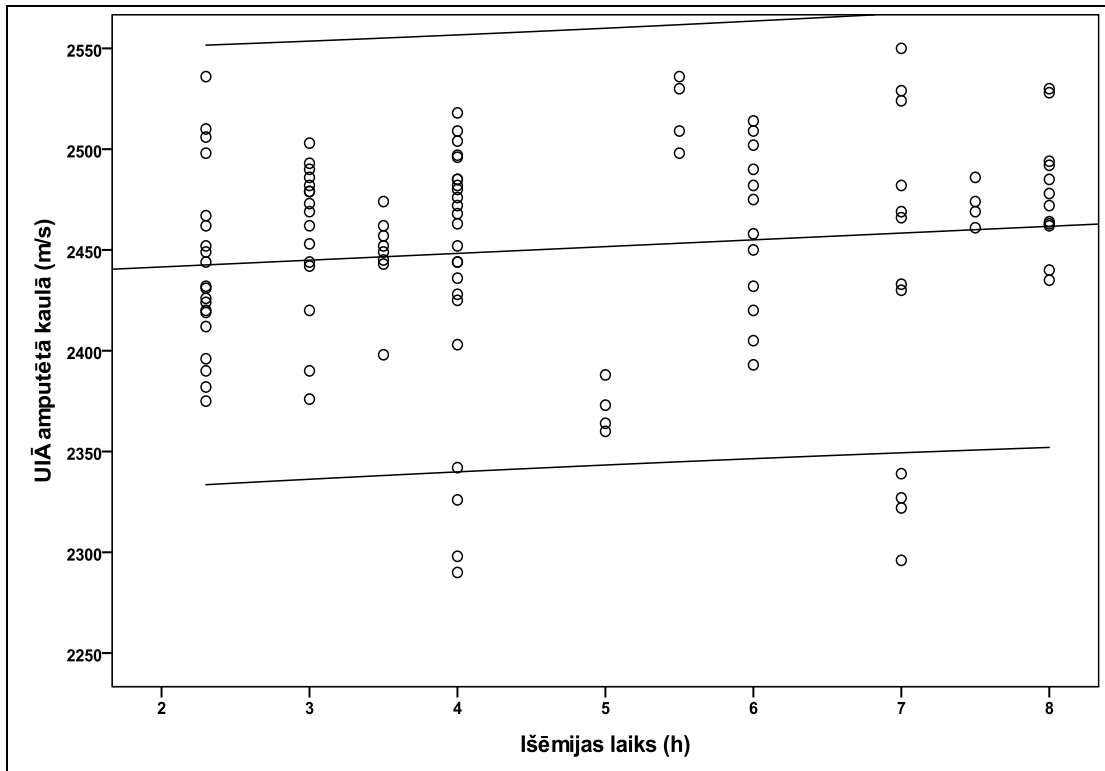
Attēls Nr.5. Mērījumu zonu sadalījums.



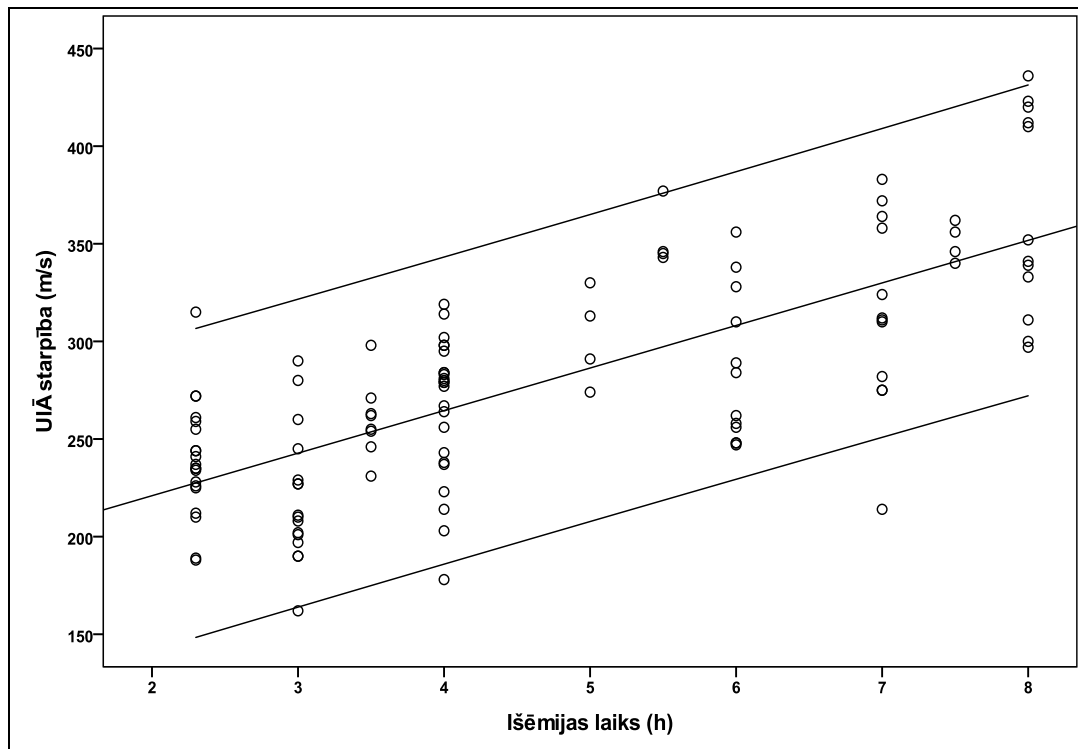
Attēls Nr.6. Korelācija UIĀ amputētā kaulā attiecībā pret UIĀ veselā kaulā (m/s).



Attēls Nr.7. Korelācija UIĀ veselā kaulā attiecībā no išērijas laika.



Attēls Nr.8. Korelācija UIĀ amputētā kaulā attiecībā no išērijas laika.



Attēls Nr. 9. UIĀ starpība (UIĀ amputēta.-UIĀ vesels) attiecībā pret išērijas laiku

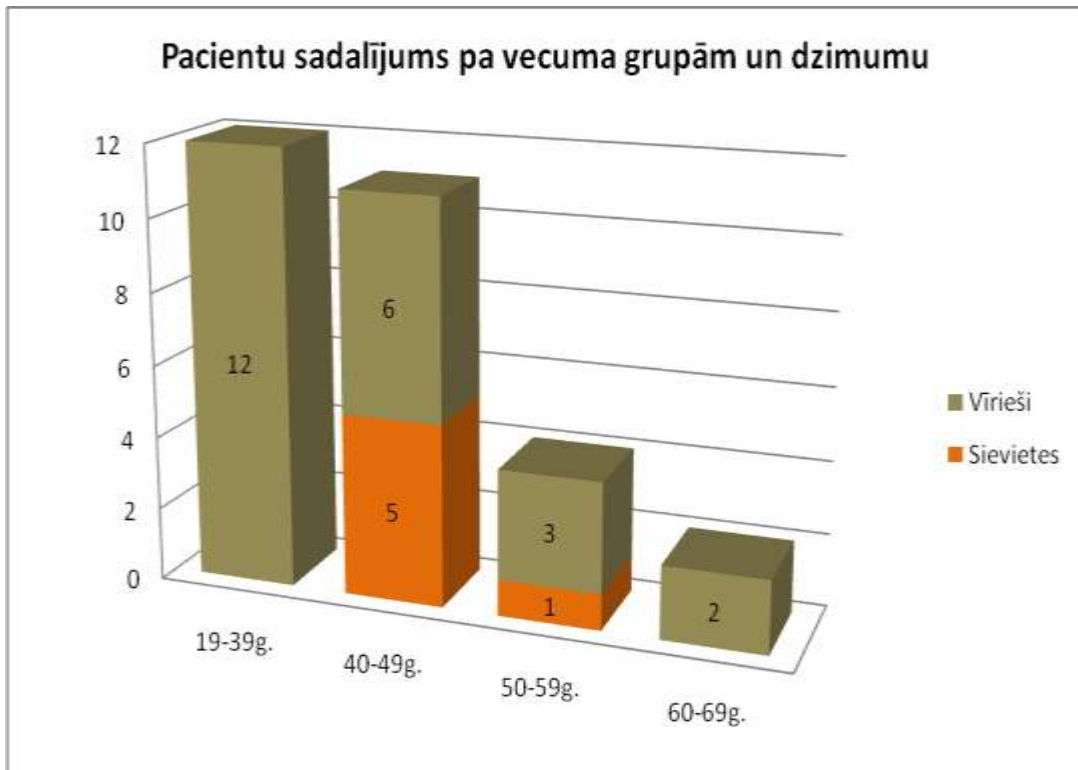
Analizējot rezultātus, nebija iespējams salīdzināt UIĀ atšķirības starp vīriešiem un sievietēm un atkarībā no išērijas laika dažādās vecuma grupās, jo lielāko daļu (82,4%) pacientu bija vīrieši un vecuma grupā no 19 līdz 39 gadiem un no 60 līdz 69 gadiem nebija nevienas sievietes. Skatīt attēlu Nr.10

Izvērtējam korelāciju starp UIĀ amputētā daļā un vecumu, kā arī UIĀ veselā daļā un vecumu – skatīt attēlus Nr.11 un attēlu Nr.12.

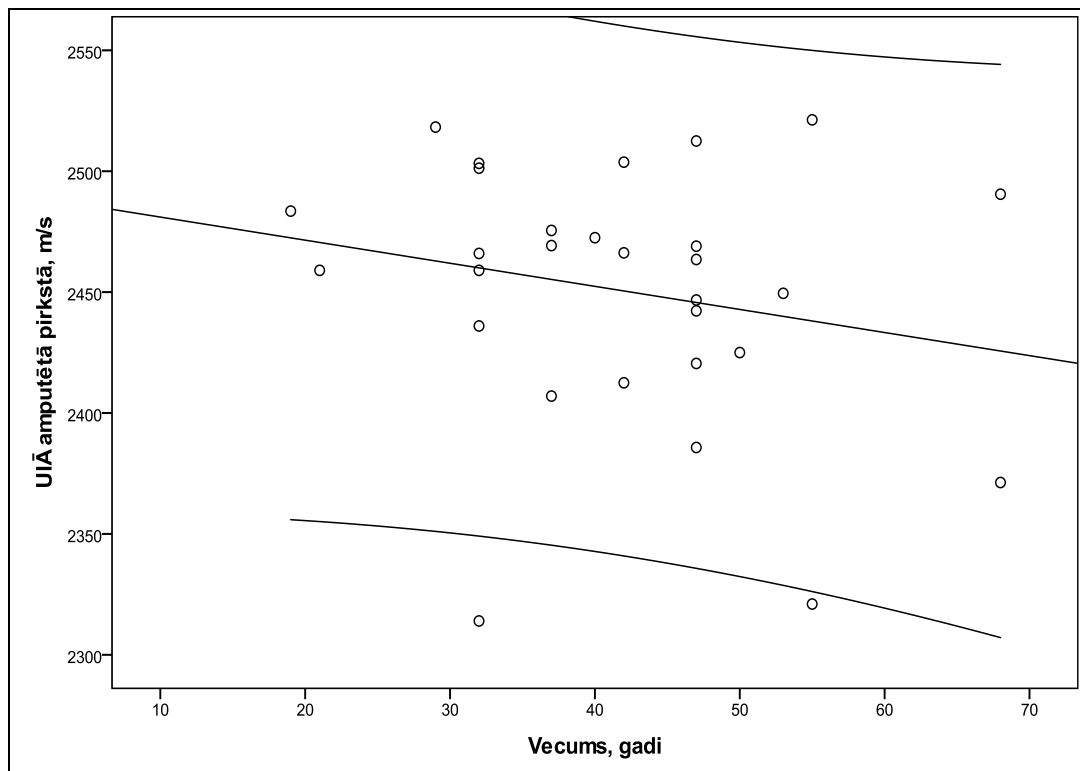
Aprēķinot UIĀ starpību (UIĀ amputētā – UIĀ veselā) pa vecuma grupām, redzams, ka vismazākā starpība ir vecuma grupā 19 līdz 39 gadiem, bet vislielākā starpība ir vecumā no 50 līdz 59 gadiem, skatīt attēlu Nr.13.

Analizējam UIĀ atkarību no pacienta dzimuma un neatradām statistiski ticamu atšķirību starp mērījumiem sievietēm un vīriešiem ($t=0,525$; $p=0,12$).

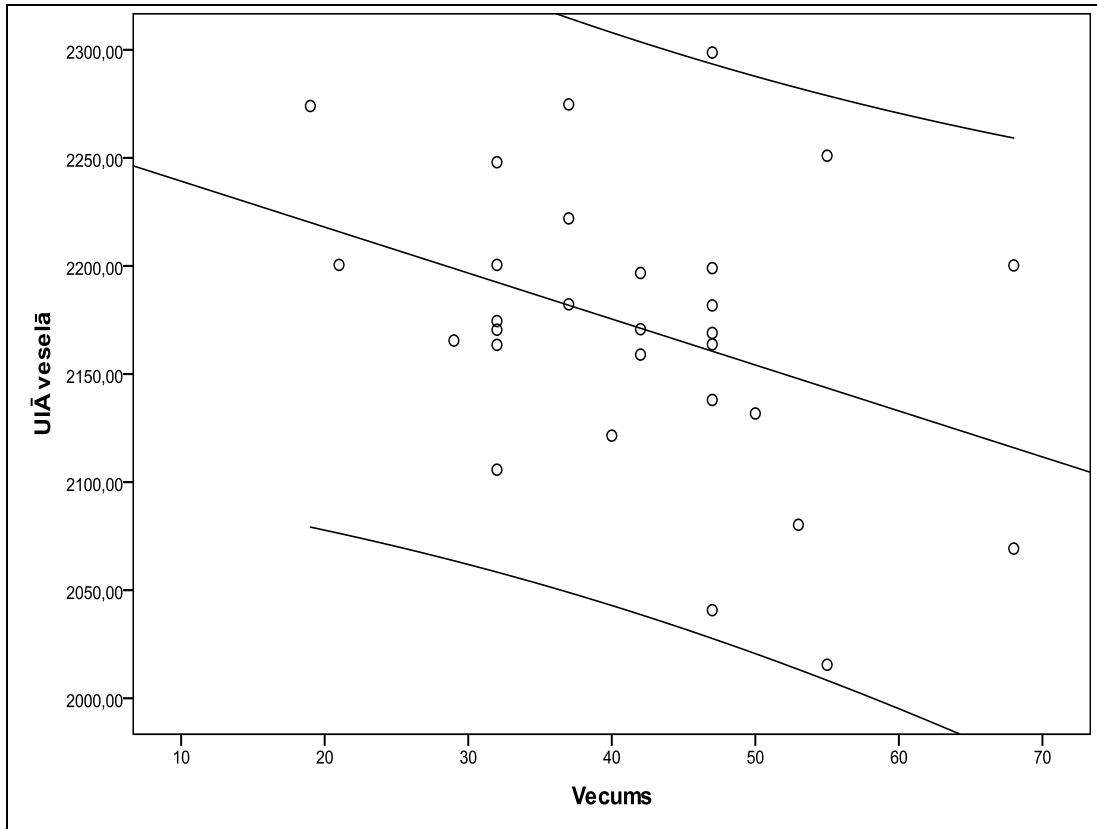
Veicām statistisko datu analīzi atkarībā no UIĀ un išērijas laika līdz un vairāk par 5 stundām. Vidējais UIĀ līdz 5 stundām sastādīja 249,9m/s, bet vairāk par 5 stundām – 327m/s. Skatīt attēlu Nr. 14.



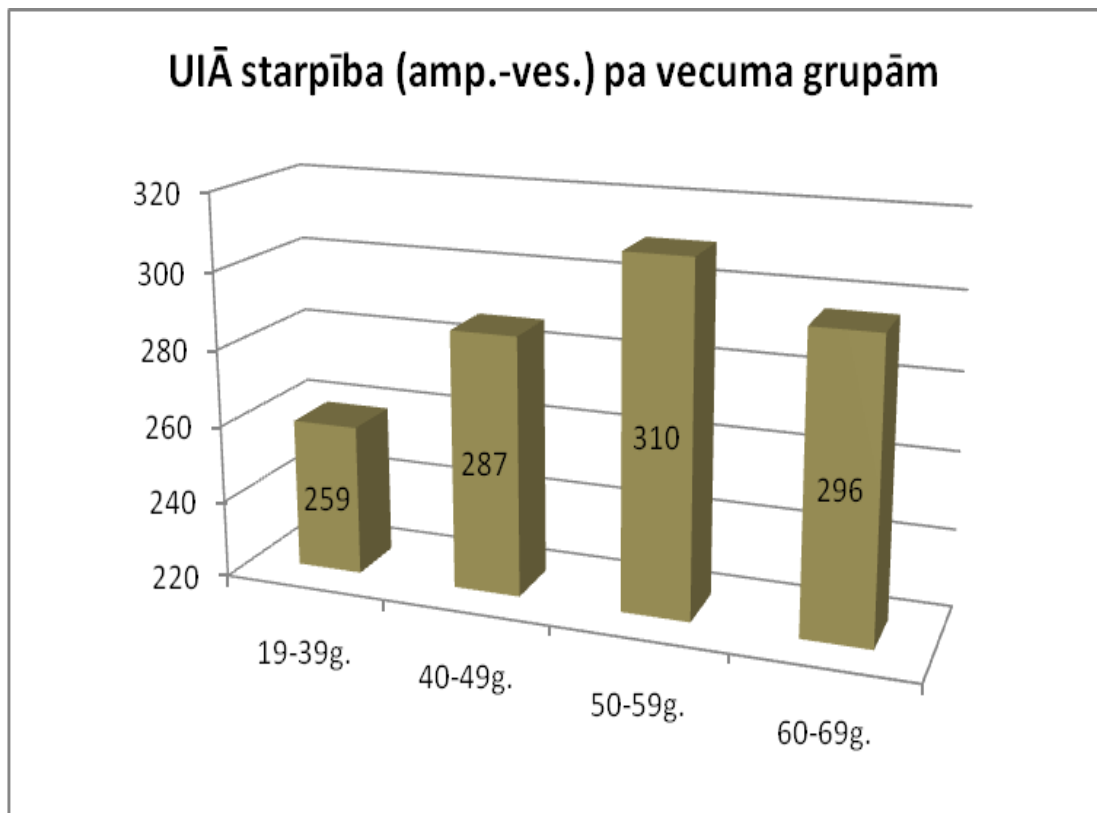
Attēls Nr.10. Pacientu skaits pa vecuma grupām un pēc dzimuma.



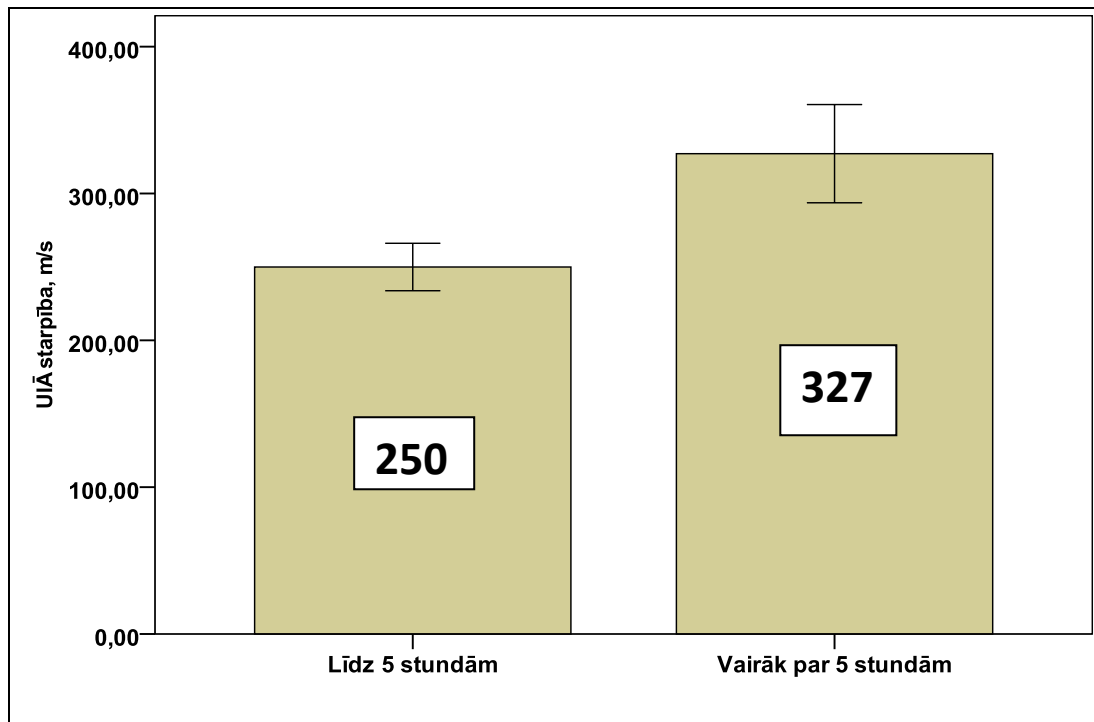
Attēls Nr.11. Korelācija UIĀ amputētā daļā attiecībā no pacientu vecuma.



Attēls Nr.12. Korelācija UIĀ veselā daļā attiecībā no pacienta vecuma.



Attēls Nr.13. UIĀ starpība (UIĀ amputētā – UIĀ veselā) pa vecuma grupām.



Attēls Nr.14. Vidējais UIA grupās atkarībā no išēmijas laika.

9. Diskusija

Kopš pirmajām veiktajām replantācijām ir pagājuši vairāki gadu desmiti. Replantāciju agrīnie rezultāti ir būtiski uzlabojušies, sasniedzot replantētās daļas izdzīvošanu līdz pat 85-90%. Lielākā daļā zinātniskās publikācijās minēts par veiksmīgu pirkstu replantāciju audu dzīvotspējas kontekstā, to saistot ar atjaunotu asinsriti amputētās daļas mīksto audos. Tomēr arvien vairāk tiek runāts, ka, par rezultātu vērtēšanas kritēriju jāizvirza ne tikai replantētās daļas dzīvotspēju, bet arī funkcionālos rezultātus ilgtermiņā – pirkstu kustību apjomu, jušanu, mīksto audu stāvokli un arī kaulu stabilitāti. Ar kaulu stāvokli saistītās problēmas un komplikācijas, no kurām galvenā ir konsolidācijas traucējumi, pēc literatūras datiem pirkstu replantāciju gadījumos sastopamas līdz pat 40-50%, bet par šo aspektu tiek diskutēts samērā maz. Tikai atsevišķi autori pievērš būtisku nozīmi kaulu stāvoklim atzīstot, ka kaulu stabilizācija replantācijas gadījumā ir viens no stūrakmeņiem, uz kā balstīts replantācijas rezultāts. Biežāk sastopamās ar kaulaudiem saistītās problēmas, kas var veidoties pēc replantācijas ir konsolidācijas laika pagarināšanās, konsolidācijas trūkums, osteosintēzes abu pušu savstarpējā nobīde, kas pēc tam rada angulāciju vai rotāciju, avaskulāra nekroze, locītavu stīvums, osteomielīts. Nākas atzīt, ka līdz šim nav izveidota vienota sistēma, pēc kuras būtu iespējams novērtēt kaulaudu stāvokli replantētajā daļā, kā arī ar kaulaudiem saistīto komplikāciju smagumu un nav iespējams novērtēt kaulaudu stāvokļa ietekmi uz kopējo replantētās daļas funkcionālo rezultātu. Dažādi autori atšķirīgi vērtē angulāciju osteosintēzes vietā pirkstu replantācijas gadījumos, pie kuras būtu indicēta osteotomija un ass korekcija, kā arī laika intervālu, kad replantācijas gadījumā var runāt par kaulu konsolidācijas traucējumiem vai konsolidācijas trūkumu.

Replantācija ietver pēc struktūras un funkcijas ļoti atšķirīgu struktūru – asinsvadu, nervu, cīpslu, muskuļu un kaulu rekonstrukciju. Ilgstoša išēmija neapšaubāmi rada būtiskas izmaiņas visās amputētās daļas struktūrās. Traumas mehānisms, amputētās daļas audu stāvoklis būtiski ietekmē replantācijas rezultātu un arī komplikāciju veidošanos. Venozā stāze ir viena no biežāk sastopamām komplikācijām. Amputētās daļas kaulaudu nozīme veiksmīgā replantācijā, kā arī venozās stāzes attīstībā līdz šim nav plaši pētīta un ir grūti izvērtējama. Kaulaudi ir grūti pētāmi dēļ specifiskajām īpašībām – cietību un citām biomehāniskām īpašībām, kā arī sarežģītu uzbūvi, kas apvieno neorganisko un organisko daļu. Kaulaudu izpēte amputētā daļā ir vēl apgrūtinātāka, jo tikai atsevišķas kaulaudu izmeklēšanas metodes iespējams izmantot šādā klīniskā situācijā. Amputētās daļas kaulaudu izpētē nevar izmantot invazīvas un kaitīgas metodes, jo tās var ietekmēt replantācijas rezultātu.

USM kā kaulaudu izmeklēšanas metode izveidota un izmantota dažādu kaulaudu stāvokļu un izmaiņu noteikšanai. Ultraskaņas izplatīšanās kaulaudos ir atkarīga no kaulu uzbūves – mikrostrukturālām un kompozicionālām īpatnībām, kaulaudu bioķīmiskā sastāva, blīvuma, elasticitātes. Šī metode ir piemērota mērījumu veikšanai kauliem amputētā daļā – mērījumi nav invazīvi, nav kaitīgi, var viegli veikt atkārtotus mērījumus un novērtēt stāvokli dinamikā, kā arī aparātūra ir portatīva un metode nav dārga. Taču līdz šim UIĀ nav izmantota ilgstošas išēmijas radīto izmaiņu noteikšanai kaulaudos amputētā daļā.

Trušu ekstremitāšu kaulaudi kā modelis tiek plaši izmantots, lai pētītu kaulu lūzumu dzīšanas procesus un osteonekrozes, avaskulāras nekrozes attīstību. Gan suņa, gan truša kaulu uzbūve vairākos pētījumos ir atzīta kā līdzīga cilvēka kaulu uzbūvei. Savus eksperimentālā pētījumā mērījumus veicām izmantojot eksperimentālos dzīvniekus trušus.

Noteikti jāatzīmē, ka vairākos pētījumos ir pierādīts, ka pastāv atšķirība, vai mērījumi tiek veikti in vitro, in situ vai in vivo. Eksperimentālā pētījumā mēs mērījumus veicām ekstremitātes kaulos cauri mīkstajiem audiem gan tūlīt pēc asinsrites apstāšanās, gan arī dinamikā. Mērījumu veikšanas laikā audi netika pakļauti nekādai mehāniskai, fizikālai vai ķīmiskai iedarbībai. Šāda taktika tika izvēlēta tāpēc, lai eksperimenta gaitā novērstu citu faktoru iespējamo ietekmi uz kaulaudiem un veiktajiem mērījumiem.

Eksperimentālā pētījuma rezultāti liecina, ka jau trīs stundas pēc akūtas, totālas asinsrites pārtraukšanas truša ekstremitātē UIĀ vidēji pieaug no $2113 \pm 83 \text{ m/s}$ uz $2228 \pm 34 \text{ m/s}$, kas vidēji sastāda 115 m/s jeb $5,4\%$.

Eksperimentālā pētījuma rezultāti mums ļauj secināt, ka trīs stundu ilga išēmija rada izmaiņas kaulaudos, kuras iespējams noteikt ar USM metodi. Išēmijas laikam palielinoties līdz 17 stundām, tika konstatēts ļoti liels UIĀ pieaugums sasniedzot $2341 \pm 72 \text{ m/s}$, tādējādi UIĀ palielinājums ir par 228 m/s ($10,8\%$), salīdzinot UIĀ pētījuma sākumā. Pēc maksimālā UIĀ sasniegšanas ir novērojama UIĀ samazināšanās, taču pat pēc 80 išēmijas stundām nerasniedza sākotnējo vērtību, bet uzrādot UIĀ pieaugumu salīdzinot ar UIĀ pētījuma sākumā par 82 m/s , kas sastāda $3,9\%$.

Sakarā ar to, ka neizdevās atrast līdzīgu pētījumu datus, nav iespējama detalizētāka iegūto rezultātu interpretācija.

Ir zināms par UIĀ vērtību plašo variāciju starp indivīdiem, kā arī starp viena indivīda dažādiem kauliem, kas var pārsniegt pat divas reizes. To saista ar kaula izmēriem, struktūru un funkciju. Ir noskaidrots, ka UIĀ ietekmē kaulaudu veids, kā arī izmantotās aparatūras parametri, mērījumu veikšanas metodika, mērījuma veikšanas orientācija attiecībā pret kaula asi un arī vēl citi parametri. Mērījumi gan eksperimentālā pētījumā dzīvniekiem, gan klīniskā pētījumā pacientiem veikti pēc vienas metodikas un izmantojot vienu un to pašu aparatūru. Klīniskajā pētījumā veselās ekstremitātes UIĀ vērtības, tika pieņemtas par konkrētā indivīda normu.

Nav atrasta statistiski ticama atšķirība mērījumiem starp abu plaukstu kauliem veseliem indivīdiem, starp UIĀ plaukstu pirkstu falangās dominantai un nedominantai rocai. Arī atšķirības starp mērījumiem rokās atkarībā no dzimuma nav statistiski ticamas. Veiktā klīniskā pētījuma mērījumu rezultāti ir līdzīgi, jo iegūto rezultātu analīze parādīja, ka UIĀ pieaugums amputētās daļas kaulos nav atkarīgs no pacienta dzimuma, dominantās ekstremitātes un vecuma.

Literatūras dati liecina, ka USM plaši izmantota dažādu kaulu izmaiņu diagnostikā. USM izmantošana un UIĀ dzišana kortikālajos kaulaudos plaši pētīta Latvijā. Vairākos pētnieciskos darbos USM metode izmantota apakšējo ekstremitāšu balsta spēju novērtēšanai. UIĀ mērījumi veikti gan osteoporozes, gan lūzuma riska noteikšanai. Ir veikti arī pētījumi par UIĀ izmaiņām dažādu saslimšanu, piemēram, celiakijas, samazināta vairogdziedzera hormonu produkcijas un cukura diabēta gadījumā. Arī bērniem ir iespējams veikt UIĀ mērījumus. USM metode ir izmantota UIĀ izmaiņu noteikšanai ekstremitātes kauliem stāvokļos ar izmainītu asinsriti. Veicot USM mērījumus augšējās ekstremitātes pirkstu falangās pacientiem ar Reino slimību (vazospastiski traucējumi) konstatēja samazinātu ultraskaņas izplatīšanās ātrumu, kā arī kaulu strukturālas izmaiņas.

Literatūrā ir aprakstītas dažādas metodoloģijas mērījumu veikšanai augšējās ekstremitātes kaulos. Lielākā daļā pētījumu, kur USM mērījumi veikti pirkstu proksimālā falangā, tie izdarīti distālā diafizes daļā. Pamatojums šādi lokalizācijai ir minētā rajona kaula anatomiskās īpatnības – pirkstu proksimālā falanga satur gan kortikālo, gan trabekulāro kaulu un falangai ir neliels kaula kanāls, bet, galvenokārt (apmēram 60%) mērījumi šajā reģionā, ļauj spriest par stāvokli kortikālā kaulā. Visbiežāk mērījumi tiek veikti III pirksta proksimālā falangā, taču bieži vien mērījumus veic II līdz V pirksta proksimālās falangas laterālā virsmā. Mūsu klīniskā pētījumā mērījumi veikti visos pirkstos. Rezultāti veicot mērījumus veselās ekstremitātes kaulos norāda uz statistiski ticamu atšķirību starp mērījumiem II un III pirkstā attiecībā pret mērījumiem IV un V pirkstos un otrādi. Savukārt amputētās daļas mērījumos praktiski nav statistiski ticamu atšķirību starp mērījumiem, kas veikti dažādos pirkstos. Pirkstiem ar netraucētu asinsriti kaulaudu UIĀ mērījumu rezultāti var variēt atkarībā no daudziem faktoriem, kas saistīti ar konkrētā indivīda fizioloģisko stāvokli. Klīniskā pētījumā UIĀ mērījumu iegūtie rezultāti amputētajās daļās pēc asinsrites pārtraukšanas ir ar mazāku izkliedi, salīdzinot ar mērījumu rezultātiem veselajās daļās.

Varam secināt, ka pētījumā veikto UIĀ mērījumu rezultāti veselās plaukstu falangu kaulos ir līdzvērtīgi literatūrā sastopamiem datiem un ir salīdzināmi. Savukārt datus par UIĀ kaulaudos, kas pakļauti ilgstošai išēmijai augšējās ekstremitātes pirkstu

vai to daļu amputācijas gadījumā mums nav iespējams interpretēt un salīdzināt, jo līdzvērtīgi pētījumi nav veikti.

Izzūšanas procesi var ietekmēt kaulaudu biomehāniskās īpašības. Tāpēc tiek ieteikts pētījuma laikā kaulu paraugus mitrināt. Mēs savos eksperimentos ar trušu ekstremitāšu kauliem sekojām šīm rekomendācijām. Eksperimentālā pētījuma gaitā mēs veicām vairākus pasākumus, lai novērstu izžūšanu – ekstremitāšu kauli netika skeletizēti, visi mērījumi tika veikti caur ādu un dzīvnieka ekstremitāte tika mitrināta, turēta mitros apsējos. Bez tam UIĀ mērījumi eksperimentālā pētījumā trušu priekšķepām un klīniskā pētījumā cilvēku amputēto pirktu kauliem veikti līmenī, kas neatrodas tiešā amputācijas zonā (nav tiešas saskares ar apkārtējo vidi). No pētījuma tika izslēgti to klīniskā pētījuma pacientu dati, kuriem mērījumu veikšanas līmenī konstatēja makroskopiskus traumas rezultātā gūtus mīksto audu bojājumus. Tomēr pētījumos iegūto rezultātu interpretācijā kaulaudu izžūšana, kā iegūto rezultātu ietekmējošs faktors, noteikti būtu jāņem vērā.

Klīniskā praksē traumētās daļas stāvokļa noteikšanai galvenokārt izmanto rentgenoloģisko izmeklēšanas metodi, taču šī metode uzrāda tikai išēmijas radītu izmaiņu sekas vai izmaiņas, kas rodas pēc kaula bojāejas. Citas kaula izmeklēšanas metodes ekstremitāšu amputāciju gadījumos praktiski netiek izmantotas.

Amputētā daļā ilgstošas išēmijas rezultātā ir sagaidāmas gan kvantitatīvas, gan kvalitatīvas išēmijas radītās kaulaudu izmaiņas. Ilgstošas išēmijas rezultātā amputētā kaulu daļā rodas izmaiņas gan organiskajā, gan neorganiskajā daļā. Vairāku pētījumu rezultāti norāda, ka pat vienu stundu ilga išēmija rada kaulu šūnu bojāeju. Izmaiņas būs novērojamas arī ekstracelulārā matriksā, kura galvenā organiskā sastāvdaļa ir I tipa kolagēns. Izdaloties lītiskiem enzīmiem, notiekot ķīmisko saišu pārtrūkšanai sākās izmaiņas kaulaudu organiskajā matriksā. Sākotnēji notiek izmaiņas kolagēna organizācijā, iesprieģtās aminoskābju ķēdes atslābst (relaksējas) un fibrilas saīsinās garumā, bet izplešas diametrā. Pēc tam notiek aminoskābju ķēdes atritināšanās un veidojas želatīnveida masa, līdz pakāpeniski rodas pilnīga kolagēna sadalīšanās. Iepriekš minēto izmaiņu rezultātā varētu sagaidīt ekstracelulārā matriksa anizotropijas mazināšanos. Ilgstošas išēmijas rezultātā rodas izmaiņas arī minerālvielu struktūrā un sastāvā. Pastāvot fizioloģiskiem apstākļiem (adekvātai asinsritei, slogojumam), kaulaudu starpšūnu telpā nepārtraukti notiek Ca līmeņa līdzsvarošanās starp šķīstošo Ca un fosforu (saistoties ar proteīniem vai atbrīvojoties) un nešķīstošo, kas atrodas kaulos, kā arī notiek kolagēna mineralizācija. Gadījumos, kad notikusi pilnīga asinsrites pārtraukšana, rodas minerālvielu apmaiņas disfunkcija. Ņemot vērā, ka amputētā daļā ir pilnīgi pārtraukta asinsrite, kaulaudu minerālvielu aktīva pārvietošanās vai apmaiņa ar asins vai audu šķidrumu palīdzību nav iespējama. Iepriekš minēto kaulaudu organiskās un neorganiskās daļas procesu rezultātā rodas izmaiņas kaulaudu strukturālā organizācijā un tādējādi, domājams, var izskaidrot pētījumā iegūto UIĀ pieaugumu kaulaudos pieaugot išēmijas laikam.

Replantācijas gadījumā, kad pēc ilgstošas išēmijas tiek atjaunota asinsrite vienmēr ir novērojama būtiska tūska. Jo ilgāks išēmijas laiks, jo ilgāka un lielāka var attīstīties tūska mīkstajos audos. Tūska lielākoties tiek saistīta ar reperfūzijas izraisītiem audu bojājumiem. Analizējot tūsкас radīto izmaiņu attīstību pirkstos - pieaugot tūsakai, Klelenda saites palielina ekstraosālās venozās atteces traucējumus, jo tiek radīta zemādas vēnu kompresija. Ekstaosālās venozās atteces traucējumi var

traucēt mikrocirkulācijas stabilizāciju agrīnā pēcreplantācijas periodā. Jāatzīst, ka šīs pirksta anatomiskās īpatnības nozīme replantācijas gadījumā tiek maz pieminēta, lai gan literatūrā ir aprakstīti un analizēti atsevišķi klīniskie gadījumi. Nenoliedzami iepriekšminētā klīniskā situācijā, kad notiek ekstraosālās venozās atteces traucējumi, kaulu venozās atteces mehānismiem asinsrites stāvokļa stabilizācijā varētu būt ievērojama loma.

Vairāki autori norāda, ka pirksta replantācijas gadījumā, notiekot zemādas vēnu trombozei, artērijas tiek pakļautas riskam trombozēties, taču arteriāla tromboze parasti nenotiek uzreiz. Ir zināms, ka pēc pirkstu replantētās daļas venozās trombozes ir novērojama arteriālā asinsrite amputētā daļā, to nosakot izmantojot doplerogrāfiju, vairāku stundu, līdz pat vienas-divu dienu garumā. Ņemot vērā, ka replantētā daļā turpinās arteriālā asins plūsma, bet ir slēgtas venozās atteces iespējas, šo faktu iespējams izskaidrot tikai ar kaulaudu spēju asinis deponēt. Kaulaudu spēja deponēt asinis var darboties kā kompensācijas mehānisms. Venozās stāzes apstākļos kaulā lēni pieaug intraosālais spiediens, bet, kamēr nenotiek intraosālās asinsrites dekompensācija, tikmēr ir iespējama ekstraosālā arteriālā asinsrite. Iepriekš minētais fakts apstiprina amputētās daļas kaula stāvokļa nozīmi replantētā segmenta venozās atteces procesos. Literatūrā aprakstīts pētījums, kura rezultāti ļauj secināt, ka ekstremitātei, kas atrodas venozās stāzes apstākļos, intraosālai venozai attecei var būt izšķiroša nozīme amputētās daļas kompensācijas un dzīvotspējas saglabāšanā. Replantācijas gadījumā būtiski ir veikt iespējami labu un pareizu kaulu osteosintēzi, jo ciešs kaulu galu kontakts var jau agrīnā pēcreplantācijas periodā nodrošināt venozo atteci no replantētās daļas. Ir zināms, ka 20 minūtes pēc artrodēzes un asinsrites atjaunošanas ekstremitātē pieci centimetri proksimāli no osteosintēzes vietas var konstatēt kontrastvielu, kas liecina par venozās atteces iespējamību agrīnā pēcoperācijas periodā caur kauliem. Iepriekš minētā pētījuma rezultāti nepārprotami pierāda kaulaudu būtisko lomu amputētās daļas venozās stāzes kompensācijā. Taču gadījumos, kad kaulaudos pirms asinsrites atjaunošanas ilgstošas išēmijas rezultātā ir radušās neatgriezeniskas izmaiņas, venozās stāzes rašanās gadījumā kaulaudi nespēj iesaistīties iepriekš aprakstītajā kompensācijas mehānismā.

Ilgstošas išēmijas radušās izmaiņas amputētās daļas kaulaudos var būtiski ietekmēt replantācijas iespējamo rezultātu divos aspektos. Pirmkārt, agrīnā pēcreplantācijas periodā piedaloties venozās atteces nodrošināšanā. Otrkārt, kaulaudu stāvoklis vēlākā periodā nosaka agrīnas rehabilitācijas iespējas, kas ir pirmais priekšnoteikums replantētās daļas funkcijas atgūšanai. Abus iepriekš minētos aspektus būtiski ietekmē kaula dzīvotspēja.

Svarīgi būtu iespējami saudzīgi izturēties pret kaulaudiem operācijas laikā, nepieļaujot kaulaudu izzūšanu, piemēram, izdarot kaula daļas saīsināšanu izmantojot zāģi, nepieļaut kaulu galu „apdedzināšanu”, kas var rasties lielās berzes rezultātā. Ir zināms, ka zāģēšanas rezultātā kaulā veidojas nekrozes zonas. Pētījuma rezultāti liecina, ka pēc zāģēšanas 0,8 līdz 1,5mm platā zonā ir novērojama kaula nekroze. Svarīgi būtu kaulu galus novietot iespējami precīzi vienam pret otru un veicot osteosintēzi izmantot metodes, kas ir iespējami saudzīgas pret kaulaudiem.

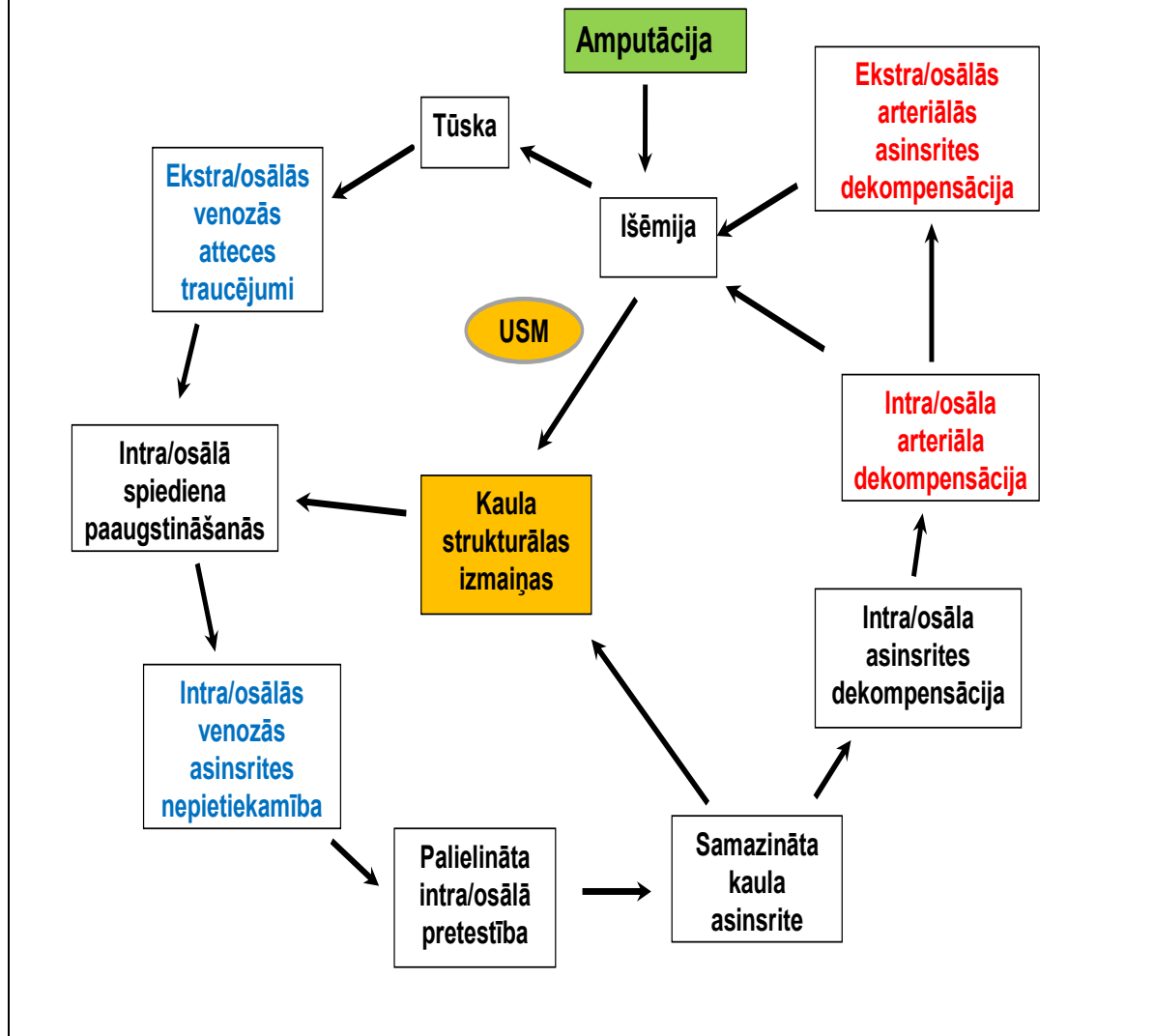
Literatūrā minēts, lai mazinātu tūsku replantētajā segmentā un uzlabotu mikrocirkulāciju rekomendē veikt rokas elevāciju. Šai rekomendācijai ir būtiska nozīme, taču būtu rūpīgi jāizvērtē katrs individuālais gadījums, lai rokas pacelšana

nepasliktinātu stāvokli. Svarīgākais būtu pārliecināties, lai operācijas laikā tiktu veiktas fasciotomijas, kas samazina nospieduma sindroma attīstības iespēju, kā arī, lai replantētai daļai pēcoperācijas laikā nebūtu pārāk ciešs pārsējs. Lielāks risks veidoties kompresijas sindromiem ir rokas daļās, kur ir izteikta muskulatūra, kas noslēgta ar stingru fasciju nodalītās telpās. Ir veikts pētījums mērot ādas oksigenāciju rokas pirkstos pēc pārsēja uzlikšanas un izdarot rokas elevāciju. Dati liecina, ka abiem faktoriem kombinējoties, būtiski samazinās apsaitētās daļas un distāli no apsēja esošo audu oksigenācija.

Kā tika minēts, kaulaudu stāvoklim ir būtiska nozīme ne tikai agrīnā pēc replantācijas periodā, bet arī vēlākā periodā, lai būtu iespējams uzsākt agrīnu kustību izstrādi un rehabilitāciju. Par agrīnas rehabilitācijas uzsākšanu ilgus gadus bija pretrunīgs viedoklis. Pašlaik ir pierādīts, ka agrīna rehabilitācija un kustību izstrāde būtiski uzlabo visu struktūru stāvokli, arī mazina tūskas attīstīšanās risku replantētā daļā un samazina rētaudu veidošanos, kas savukārt samazina cīpslu adhēziju un locītavu stīvumu. Replantācijas mērķis ir iespējami atjaunot amputētās daļas funkcionalitāti. Gadījumos, kad nav sagaidāms funkcionāls rezultāts, nav arī indikācijas veikt replantāciju. Vienīgais izņēmums pirkstu amputāciju gadījumā varētu būt bērni, kā arī amputācijas pirkstu distālā falangā. Agrīna rehabilitācija nav iespējama gadījumos, kad nav veikta stabila osteosintēze, kā arī nenotiek kaulu konsolidācija. Savukārt pilnīga ekstremitātes vai tās daļas ilga imobilizācija samazina kaulu blīvumu, kā arī palielinās kortikālā kaula porozitāte, samazinās glikozaminoglikānu un kolagēna masa. Ir arī pētījumi, kas liecina, ka imobilizācijas rezultātā rodas ievērojamas izmaiņas tajā kaula daļā, kur atrodas locītavas saišu piestiprināšanās vieta, kā arī novēro izmaiņas cīpslu un skrimšļa uzbūvē. Šīs izmaiņas var radīt pastiprinātu rētaudu veidošanos, fibrotiskus procesus, kas vēlāk apgrūtinās kustību izstrādi. Tajā pat laikā, pārāk agrīna kustību veikšana, var radīt kaula konsolidācijas traucējumus un lielāku rētaudu veidošanos muskuļos. Tādēļ ir ieteicams sākotnēji ievērot īsu pilnīga miera periodu, bet pēc tam uzsākt pakāpenisku pasīvu un aktīvu kustību izstrādi. Nelielas kustības vingrinot ekstremitāti ārpus lūzuma līmeņa, kaula lūzuma vietā stimulē kaula veidošanos, palīdz saglabāt saistaudu un šūnu organizāciju, kā arī uzlabo kolagēna sintēzi. Agrīnā pēcoperācijas periodā pārsvarā lieto pasīvās kustību izstrādes metodes, bet pakāpeniski var uzsākt arī aktīvās kustības. Pilna apjoma kustības un slogošanu iespējams uzsākt tikai tad, kad notikusi apmierinoša kaulu konsolidācija. Savukārt konsolidācijas ātrums atkarīgs no kaulu stāvokļa, ko nosaka arī amputētās daļas kaulaudu stāvoklis un dzīvotspēja. Bieži vien tikai uzsākot aktīvu rehabilitāciju var pamanīt komplikācijas, kas saistītas ar kaulaudu stāvokli.

Literatūrā atrodami vairāki pētījumi, kā arī aprakstīti klīniskie gadījumi, kur izmaiņas kaulos iespējams izskaidrot ar venozās stāzes attīstību un tās sekām. Ilgstoša išēmija, kas rada būtiskas un iespējams, neatgriezeniskas izmaiņas kaulaudos, kombinējoties ar tūska un venozās atteces traucējumiem, kas tālāk var attīstīties par arteriālās asinsrites traucējumiem, var radīt kaulu konsolidācijas procesa palēnināšanos vai pat iztrūkumu, kā arī citas komplikācijas. Literatūras datus un veiktā pētījuma rezultātus apkopojot iespējams veidot replantētās daļas homeostāzes likumsakarības, kuras esam apvienojuši shēmā, skatīt attēlu Nr.15.

Replantētās daļas homeostāze



Attēls Nr. 15. Replantētās daļas homeostāze.

Protams, mikrocirkulācijas atjaunošana amputētās daļas mīkstajos audos ir sākotnēji vissvarīgākā. Tomēr, vairāku faktoru rezultātā, pacientam var izveidoties venoza un pēc tam sekojoša intraosāla un ekstraosāla arteriāla nepietiekamība, kas savukārt var radīt asinsrites traucējumus vai radīt vēl izteiktākas kaulu strukturālas izmaiņas. Ja stāvoklis replantētajā pirkstā kompensējas, tad tomēr var veidoties ar kaulu konsolidāciju saistītas problēmas, kas neļaus savlaicīgi uzsākt aktīvu rehabilitāciju un pēc ilgstošas ārstēšanas pirksta funkcionālais stāvoklis var būt ar lielākiem vai mazākiem ierobežojumiem. Ja stāvoklis replantētajā pirkstā nespēs kompensēties, var veidoties ekstraosāli arteriālās asinsrites traucējumi, kas var novest līdz replantētās daļas asinsrites dekompensācijai un nekrozei. Tā rezultātā tehniski

labi veiktas amputētās daļas asinsrites atjaunošana var nedot iecerēto rezultātu – funkcionēt spējīgu ekstremitāti.

Iespēja izvērtēt ilgstošas išēmijas rezultātā radušās kaulaudu izmaiņas var palīdzēt prognozēt replantētās daļas funkcionālā stāvokļa atjaunošanas iespējas, kā arī palīdzēt izvērtēt nepieciešamību veikt profilaktiskos pasākumus iespējamo komplikāciju, īpaši venozās stāzes attīstības novēršanā.

10. Secinājumi

1. Ilgstošas išēmijas izraisītās izmaiņas amputētās daļas kaulaudos iespējams konstatēt, izmantojot USM.
2. Eksperimentāli noteiktas UIĀ izmaiņas amputētās daļas kaulaudos pēc ilgstošas išēmijas:
 - neliels (5,4%) UIĀ pieaugums konstatējams jau trīs stundas pēc asinsrites pārtraukšanas,
 - maksimāls (10,8%) UIĀ pieaugums konstatēts 17 stundas pēc asinsrites pārtraukšanas.
3. UIĀ amputētās daļas kaulaudos palielinās attiecībā pret UIĀ veselās daļas kaulaudiem.
4. UIĀ pieaugums amputētās daļas kaulaudos ir atkarīgs no išēmijas ilguma:
 - līdz piecām išēmijas stundām UIĀ pieaugums līdz 11%,
 - ilgāk par piecām išēmijas stundām UIĀ pieaugums par 30%.
5. UIĀ pieaugums amputētās daļas kaulos nav atkarīgs no pacienta dzimuma, dominantās ekstremitātes un vecuma.
6. Konstatētās amputētās daļas kaulaudu izmaiņas var veicināt venozās stāzes attīstību replantētā segmentā un izsaukt replantētās daļas asinsrites dekompensācijas rašanos.
7. Izstrādātas rekomendācijas, lai mazinātu venozās stāzes rašanos replantētā daļā.

Rekomendācijas

- 1) iespējami samazināt amputētās daļas išēmijas laiku amputētam segmentam pirms replantācijas,
- 2) amputēto daļu novietot vēsumā (0 - 4C°), bet amputētā daļa nedrīkst būt slapja vai peldēt šķidrumā,

3) ilgstošas išēmijas gadījumā amputētā daļā izvērtēt nepieciešamību veikt fasciju un atsevišķu saišu (piem., Klelenda, Greisona saites pirkstā) pārdalīšanu, lai novērstu nospieduma sindromu veidošanos, tostarp pirkstos distāli no MCP locītavas,

4) veicot replantāciju, veikt iespējami mazāk traumatisku osteosintēzi, lai samazinātu kaula bojājumu, kā arī neizjauktu replantētās daļas venozās atces mehānismu, tostarp kaulu venozās atces ceļus:

- osteosintēzi veikt iespējami stabili,
- neveikt plašu periosta atslāņošanu,
- kaulu galus osteosintēzes vietā novietot iespējami precīzi un cieši,
- ja iespējams, izvairīties veikt fiksāciju caur kaulu, kas atrodas distālā falangā no replantācijas līmeņa,
- izvairīties veikt osteosintēzes skrūvju vai stieplu laišanu cauri falangu epifīzei un metafīzei,
- ievadot stieples, tās censties projicēt iespējami paralēli kaula gareniskai asij,
- veicot kaula garuma vai formas korekciju izmantojot zāģi, nodrošināt audu dzesēšanu (piem., izmantojot NaCl 0,9%),
- samazināt kaula ekspozīcijas laiku operācijas laikā, lai mazinātu kaula žūšanu,

5) agrīnā pēcoperācijas laikā pacientam pēc replantācijas ieteicama rokas elevācija tūskas mazināšanai un venozās atces optimālai nodrošināšanai – ieteicamā poza ir pacelta roka un tās plauksta atbalstīta uz galvas, tādējādi radot pilnīgi brīvu venozo asiņu atplūdi. Iepriekš minētā taktika ieteicama tikai tad, ja nepastāv venozās atces traucējoši faktori – ļoti izteikta tūska, spiedošs pārsējs,

6) iespējami agrīni sākt replantētās daļas kustību izstrādi, tādējādi veicinot venozo atplūdi. Kustību izstrādi sākt ar lielām locītavām iespējami agrīni – pleca un elkoņa locītava, pēc tam plauksta un pirkstu kustību izstrādi,

7) agrīnā pēcoperācijas periodā lietot imobilizāciju, kas imobilizē iespējami nelielu locītavu skaitu. Regulāri veikt rokas vingrināšanu, lai imobilizācija neradītu venozo stāzi, muskuļu kontraktūras,

8) pievērst uzmanību pārsiešanas veikšanai - nepieļaut pārāk ciešu pārsēju lietošanu,

9) neveikt speciālu replantētās daļas sildīšanu, bet nodrošināt pacientam visa ķermeņa komforta temperatūru (vislabākā asinsvadu lūmena relaksācija replantētā daļā ir pie līdzvērtīgas temperatūras ķermeņa temperatūrai).

11. Publikācijas par darba tēmu

L.Logina, D.Krieviņš “Totāli vai subtotāli amputētu pirkstu lokālā stāvokļa izvērtēšana iespējamai replantācijai” RSU Zinātniskie raksti Rīga, 2008: 149-151.

L.Logina, D.Krieviņš, K.Drevinska, R.Auzāns (RSU) “Pirmie eksperimentālie rezultāti kaulaudu akustisko īpašību izmaiņu diagnostikā pēc asinsrites pārtraukšanas” RSU Zinātniskie raksti; Rīga, 2009: 195-200.

L.Logina, D.Krievins, A.Timuhins „First results of the bone ultrasound measurements after the upper limb replantation and multilated trauma” Proceedings of the XV Congress of the FESSH, Medimond S.r.l., Monduzzi Editore International Proceedings Medimond Publisher

Iesniegti:

L.Logina, D.Krievins, K.Drevinska, R.Auzans, A.Timuhins, L.Svabe, „Ultrasound velocity in bone after acute disruption of blood circulation” Latvian Journal of Physics and Technical Sciences

L.Logina, D.Krieviņš “Augšējās ekstremitātes amputētās daļas kaulaudu īpašību izmaiņas ilgstošas išēmijas apstākļos” RSU Zinātniskie raksti Rīga.

Ar pētījumu saistītās publikācijas

A.Vētra, An.Vētra, V.Logins, L.Logina “Changes of the bone acoustic properties in the hemiplegic patients at the period of rehabilitation.” RSU scientific works, 2002, 2, pp. 32-38.

Konferenču tēzes par pētījuma tēmu

L.Logina, D.Krieviņš (RSU) “Totāli vai subtotāli amputētu pirkstu lokālā stāvokļa izvērtēšana iespējamai replantācijai”. RSU ikgadējā zinātniskā konferencē (2007.).

L.Logina, D.Krieviņš, K.Drevinska, R.Auzāns (RSU) “Pirmie eksperimentālie rezultāti kaulaudu akustisko īpašību izmaiņu diagnostikā pēc asinsrites pārtraukšanas”. RSU ikgadējā zinātniskā konferencē (2008.)

L.Logina, D.Krieviņš, K.Drevinska, R.Auzāns, A.Timuhins (RSU, LU) “First experimental results of the early venous congestion diagnosis after the replantation (animal model).” Pirmajais Baltijas valstu rekonstruktīvās, rokas un estētiskās ķirurģijas iepazīšanās congress 22.-23.05.2009., Rīga.

L.Logina, D.Krievins (RSU) “Assessment of the total or subtotal amputated part of the digit for the possible replantation”. XIVth Congress of The Federation of European Societies of Surgery of the Hand (Poznan, Poland, 3-6, 2009.)

L.Logina, D.Krievins (RSU) “Replantation of the fingers in Latvia – first study of five year period”. XIVth Congress of The Federation of European Societies of Surgery of the Hand (Poznan, Poland, 3-6, 2009.)

L.Logina, D.Krievins, A.Timuhins, K.Drevinska, A.Auzans (RSU, LU) "First results of the bone ultrasound measurements after the total acute circulation disruption". XIVth Congress of The Federation of European Societies of Surgery of the Hand (Poznan, Poland, 3-6, 2009.)

L.Logina, D.Krievins, A.Timuhins "First results of ultrasound velocity changes through the bones of phalanges of the amputated part after the long ischemia" – The 1st Baltic Hand Surgery Meeting (Riga, Latvia, May 24-25, 2010)

L.Logina, D.Krieviņš „First results of the bone ultrasound measurements after the upper limb replantation and multilated trauma” XVth Congress of The Federation of European Societies of Surgery of the Hand (Rumānija, Bukarestē, 2010., 23-26.jūnijs)

Ziņojumi kongresos un konferencēs par pētījuma tēmu

L.Logina (LPRMC) "Trauma un venozā stāze". Uzstāšanās 4.Latvijas traumatoloģijas un ortopēdijas kongresā (2006.). Apbalvojums - labākā zinātniskā prezentācija.

L.Logina, D.Krieviņš (RSU) "Totāli vai subtotāli amputētu pirkstu lokālā stāvokļa izvērtēšana iespējamai replantācijai". Stenda referāts RSU ikgadējā zinātniskā konferencē (2007.).

L.Logina, D.Krieviņš, K.Drevinska, R.Auzāns (RSU) "Pirmie eksperimentālie rezultāti kaulaudu akustisko īpašību izmaiņu diagnostikā pēc asinsrites pārtraukšanas". Stenda referāts RSU ikgadējā zinātniskā konferencē (2008.).

L.Logina, D.Krieviņš, K.Drevinska, R.Auzāns, A.Timuhins (RSU, LU) "First experimental results of the early venous congestion diagnosis after the replantation (animal model)." Mutiska uzstāšanās starptautiskā konferencē - Pirmajais Baltijas valstu rekonstruktīvās, rokas un estētiskās ķirurģijas iepazīšanās congress 22.-23.05.2009., Rīga.

L.Logina, D.Krievins (RSU) "Assessment of the total or subtotal amputated part of the digit for the possible replantation". Stenda referāts kongresā - XIVth Congress of The Federation of European Societies of Surgery of the Hand (Poznan, Poland, 3-6, 2009.)

L.Logina, D.Krievins (RSU) "Replantation of the fingers in Latvia – first study of five year period". Stenda referāts kongresā - XIVth Congress of The Federation of European Societies of Surgery of the Hand (Poznan, Poland, 3-6, 2009.)

L.Logina, D.Krievins, A.Timuhins, K.Drevinska, A.Auzans (RSU, LU) "First results of the bone ultrasound measurements after the total acute circulation disruption". Stenda referāts kongresā - XIVth Congress of The Federation of European Societies of Surgery of the Hand (Poznan, Poland, 3-6, 2009.)

L.Logina Plastic, reconstructive, hand and microsurgery in Latvia Mutiska uztāšanās starptautiskā kongresā - XIVth Congress of The Federation of European Societies of Surgery of the Hand (Poznan, Poland, 3-6, 2009.)

L.Logina, D.Krievins, A.Timuhins "First results of ultrasound velocity changes through the bones of phalanges of the amputated part after the long ischemia" – Mutiska uzstāšanās The 1st Baltic Hand Surgery Meeting (Rīga, Latvia, May 24-25, 2010)

L.Logina, D.Krieviņš „First results of the bone ultrasound measurements after the upper limb replantation and multilated trauma” Stenda referāts XVth Congress of The Federation of European Societies of Surgery of the Hand (Rumānija, Bukareste, 2010., 23-26.jūnijs)

12. Pateicības

Izsaku lielu pateicību promocijas darba vadītājam profesoram Dainim Krieviņam un savam tēvam profesoram Valentīnam Loginam par nenovērtējamu palīdzību, padomiem un atbalstu darba tapšanā.

Pateicos RSU zinātņu prorektorei profesorei Ivetai Ozolantai un zinātniskajai sekretārei Ingrīdai Kreilei par sniegtajām konsultācijām un atbalstu promociju darba izstrādes laikā.

Pateicos Mayo klīnikas (Ročestera, ASV) vadošajiem speciālistiem profesoram Ūldim Bite, profesoram Steven Moran, profesoram Allen Bishop un mikrovaskulārās laboratorijas darbiniekiem par vēlmi dalīties pieredzē un palīdzēt izstrādāt darba koncepciju. Kā arī ļoti liela pateicība profesora Bertrama Zariņa ceļojuma stipendijai, ar kuras palīdzību man bija iespēja daļēju darba izstrādi veikt Mayo klīnikā (Ročestera, ASV).

Pateicos LU Veternārmedicīnas fakultātes Klīniskā institūta direktoram profesoram Albertam Auzānam, kā arī Kristīnei Drevinskai par palīdzību eksperimentālā darba realizācijā.

Pateicos par padomiem datu statistiskajā apstrādē profesoram Uldim Teibem.

Pateicos Laimonim Švābem un docentam Jānim Āboliņam par palīdzību tehnisko un fizikālo jautājumu risināšanā un vērtīgajām diskusijām.

Pateicos Andrejam Timuhinam par uzmundrinājumu, palīdzību un rosinošajiem ieteikumiem!

Īpašs paldies manam vīram par atbalstu, sapratni un iecietību.