

**VILNIUS UNIVERSITY**

Jaunius Kurtinaitis

**EVALUATION OF FEMORAL HEAD BLOOD FLOW AND ISCHAEMIC  
FACTORS AFTER FEMORAL NECK FRACTURE**

Summary of doctoral dissertation  
Biomedical sciences, Medicine (06B)

Vilnius, 2013

Doctoral dissertation was prepared at Vilnius University 2008-2013

**Scientific supervisor:**

Prof. Habil. Dr. Narūnas Porvaneckas (Vilnius University, biomedical sciences, medicine – 06B)

**Scientific consultant:**

Prof. Dr. Jolanta Dadonienė (Vilnius University, biomedical sciences, medicine – 06B)

Doctoral dissertation will be defended at the Scientific Council of Medical Sciences of Vilnius University:

**Chairman:**

Prof. Habil. Dr. Kestutis Strupas (Vilnius University, biomedical sciences, medicine – 06B)

**Members:**

Prof. Dr. Janina Tutkuvienė (Vilnius University, biomedical sciences, medicine – 06B)

Prof. Dr. Irena Butrimienė (Vilnius University, biomedical sciences, medicine – 06B)

Prof. Dr. Alfredas Smailys (Lithuanian University of Health Sciences, biomedical sciences, medicine – 06B)

Doc. Dr. Saulius Lukoševičius (Lithuanian University of Health Sciences, biomedical sciences, medicine – 06B)

**Opponents:**

Prof. Habil. Dr. Juozas Ivaškevičius (Vilnius University, biomedical sciences, medicine – 06B)

Doc. Dr. Šarūnas Tarasevičius (Lithuanian University of Health Sciences, biomedical sciences, medicine – 06B)

The public defence of doctoral dissertation will be held at the open meeting of the Scientific Council of Medical Sciences on December 20, 2013, at 1.00 PM in the conference hall of Vilnius Republican University Hospital.

Address: Šiltnamių 29, Vilnius, LT-04130, Lithuania.

The summary of the doctoral dissertation was sent on November 20, 2013.

The doctoral dissertation is available in the Library of Vilnius University.

Address: Universiteto str.3, LT-01122, Vilnius, Lithuania.

**VILNIAUS UNIVERSITETAS**

Jaunius Kurtinaitis

**ŠLAUNIKAULIO GALVOS KRAUJOTAKOS IR IŠEMIJOS RODIKLIŲ  
ĮVERTINIMAS PO ŠLAUNIKAULIO KAKLO LŪŽIO**

Daktaro disertacija

Biomedicinos mokslai, medicina (06 B)

Vilnius

2013

Disertacija rengta 2008-2013 metais Vilniaus universitete

**Mokslinis vadovas:**

prof. habil. dr. Narūnas Porvaneckas (Vilniaus universitetas, biomedicinos mokslai, medicina – 06 B)

**Mokslinė konsultantė:**

prof. dr. Jolanta Dadonienė (Vilniaus universitetas, biomedicinos mokslai, medicina – 06 B)

**Disertacija ginama Vilniaus universiteto Medicinos mokslo krypties taryboje:**

**Pirmininkas:**

prof. habil. dr. Kęstutis Strupas (Vilniaus universitetas, biomedicinos mokslai, medicina – 06B)

**Nariai:**

prof. dr. Janina Tutkuvienė (Vilniaus universitetas, biomedicinos mokslai, medicina – 06B)

prof. dr. Irena Butrimienė (Vilniaus universitetas, biomedicinos mokslai, medicina – 06B)

prof. dr. Alfredas Smailys (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, biomedicinos mokslai, medicina – 06B)

doc. dr. Saulius Lukoševičius (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, biomedicinos mokslai, medicina – 06B)

**Oponentai:**

prof. habil. dr. Juozas Ivaškevičius (Vilniaus universitetas, biomedicinos mokslai, medicina – 06B)

doc. dr. Šarūnas Tarasevičius, Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, biomedicinos mokslai, medicina – 06B)

Disertacija bus ginama viešame Medicinos mokslo krypties tarybos posėdyje 2013 m. gruodžio mėn. 20 d. 13 val. Respublikinėje Vilniaus universitetinėje ligoninėje, konferencijų salėje

Adresas: Šiltnamių 29, 04130 Vilnius, Lietuva.

Disertacijos santrauka išsiųsta 2013 m. lapkričio mėn. 20 d.

Su disertacija galima susipažinti Vilniaus universiteto bibliotekoje

Adresas: Universiteto g. 3, LT-01122, Vilnius, Lietuva

## **Abbreviations**

MRI - magnetic resonance imaging

THA – total hip arthroplasty

IF – internal fixation

CER - contrast enhancement ratio

## **Introduction**

The major function of human skeleton is to make locomotion possible. It is strong enough in reproduction age and there is a low probability of low energy related fractures. However, after the menopause in women and with advancing age in men, bone weakens and neuromuscular function declines. These changes determine the higher risk of low energy fractures. Distal forearm, proximal humerus and proximal part of femur are the main localizations of fragility fractures. Fractures of upper extremities do not restrict movement, allowing the patient to be independent and also majority of these fractures are managed conservatively.

Osteoporotic fractures of proximal femur are one of the most common causes of disability and a major contributor to medical care costs and big social burden. The incidence of these fractures will increase 4 times by the year 2050 with aging population.

About half of the hip fractures are intracapsular femoral neck fractures, and, while IF is considered a reliable method for extracapsular fractures (that is, trochanteric and subtrochanteric fractures), the surgical treatment for displaced intracapsular femoral neck fractures has been controversial for at least 50 years. More surgical complications and reoperations occur after IF than after arthroplasty, but there is no consensus as to which treatment gives the best functional results. Total hip replacement is treatment of choice for the patient over 80 years old, meanwhile IF is a preferred treatment method for the younger patients. The main criteria for the selection of a treatment method are fracture dislocation and physiological patient age. Such factors as functional activity, concomitant diseases and a period of time from fracture till operation are also important.

Recent studies show that in comparison with IF, arthroplasty for the treatment of a displaced femoral neck fracture significantly reduces the risk of revision surgery, at the cost of greater infection rates, blood loss, and operative time and possibly an increase in early mortality rates. Our results show 4.1 times higher revision ratio after THA comparing to IF. There is no single accepted treatment algorithm, thus every country and even different hospitals has its own.

Due to the fact that there is a huge amount of subjective criteria, there is also a lack of objective criteria that can answer the question what type of treatment should be preferred. One of the objective criteria could be a residual femoral head blood flow on the fractured side.

Numerous methods of early assessment of residual femoral head flow following neck fracture seek to identify subjects at risk of osteonecrosis. Some are invasive (digital subtraction angiography, intra-osseous oxygen pressure measurement, or Doppler-laser hemodynamic measurement), while others involve imaging (scintigraphy, and dynamic MRI).

Only non-invasive, fast and reliable methods are accepted for wide clinical use. The dynamic MRI is a non-invasive method that is safe, fast and relatively cheap for the detection of femoral head blood flow after femoral neck fracture. Published studies show high sensitivity, specificity and prognostic value of dynamic MRI imaging using contrast agents. In all these studies evaluation of enhancement of contrast materials comparing healthy and fractured sides was performed only in one central slice. This study suggests that femoral blood flow has volumetric pattern - the CER are not equal in all coronal plane slices.

Study hypothesis is that dynamic MRI is a reliable method for evaluating the residual femoral head blood flow after femoral neck fracture.

## **The aim of the study**

To evaluate quantitative and qualitative CER variations in the femoral head and its surgical prognostic value after femoral neck fracture.

## **Objectives**

1. To evaluate qualitative CER in femoral head on healthy side (coronal plane slices).
2. To evaluate qualitative CER in femoral head on fractured side (coronal plane slices).
3. To compare qualitative CER differences between healthy and fractured sides.
4. To evaluate relative volumetric quantitative CER differences on fractured side depending of fracture morphology.
5. To evaluate volumetric qualitative CER on fractured side.
6. To evaluate revision operation ratio related to relative CER reduction on the fractured side.
7. To propose fracture grouping according to CER reduction on the fractured side and prognostic value to surgical results.

## **Principal statements of defense**

1. CER decrease on the fractured side is not linear, it has volumetric pattern which is related to residual blood flow after femoral neck fracture.
2. Relative CER reduction on the fractured side has a prognostic value for optimal type of surgical treatment selection.

## **Scientific novelty**

The volumetric pattern of femoral head blood flow using dynamic MRI was evaluated for the first time in the coronal plane.

Marginal value of relative CER reduction was estimated for the optimal surgical method selection.

## Revision ratios after femoral neck fracture IF

For the validity of planned study, analysis of revision operation after internal fixation was performed.

A retrospective medical records analysis included 1102 operations (1086 patients) treated for intracapsular femoral neck fractures in 2004-2009 at Vilnius University Emergency Hospital. Patient's distribution by gender and age groups is shown in Table 1.

**Table 1.** Patient's distribution by age and gender

Age group	Men	%	Women	%	Total	%
<50	45	12.89	18	2.39	63	5.72
50-59	38	10.89	35	4.65	73	6.62
60-69	70	20.06	95	12.62	165	14.97
70-79	110	31.52	243	32.27	353	32.03
80+	86	24.64	362	48.07	448	40.65
<b>Total</b>	<b>349</b>	<b>31.67</b>	<b>753</b>	<b>68.33</b>	<b>1102</b>	<b>100.00</b>

The overall mean age was 75.0 (95% CI 74.4 – 75.7) years. The mean age in the male group was 69.4 (95% CI 67.8–71.1) while in the female group - 77.6 (95% CI 76.9-78.4) years.

Follow-up end points were the date of December 31, 2012, the date of patient's death, or the revision surgery date. A revision operation was defined as a total hip replacement operation carried out after failed internal fixation. The mean observation time was 2.92 (95% PI 2.8-3.1), median – 2.36 and range 0.001-8.95 years.

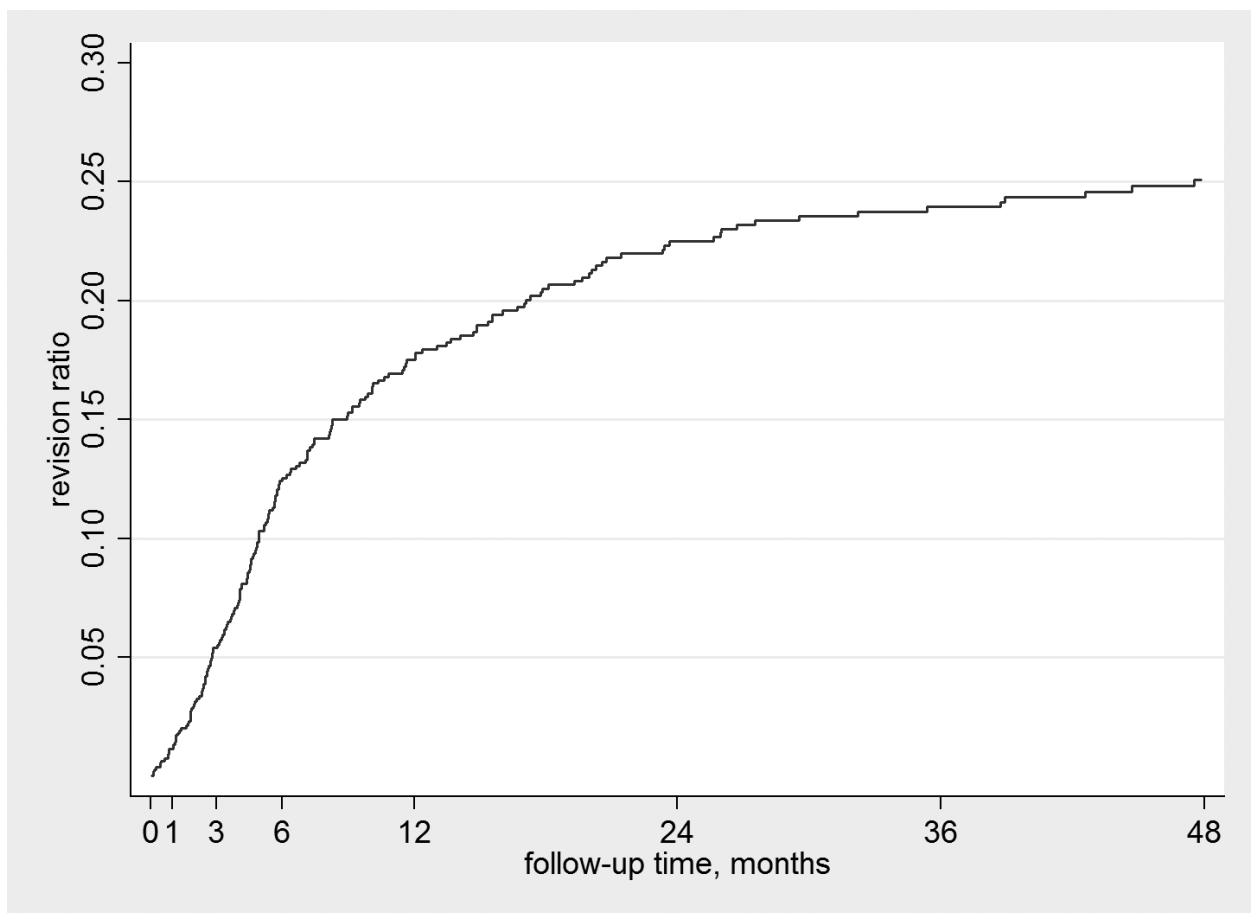
The Nelson-Aalen method was used to calculate the total frequency of revision surgeries, and comparisons between curves were estimated using the log-rank test. Cox proportional hazards regression analysis was used to estimate risk factors associated with revision surgery.



There were 201 revision operations performed during follow-up period. Cumulative revision operations ratio is presented in Table 2 and Picture 1.

**Table 2.** Cumulative revision operations rate

Follow-up time, months	Revision ratios, %
1	1.49 (0.92-2.43)
3	5.61 (4.35-7.21)
6	12.01 (10.12-14.23)
12	16.39 (14.17-18.92)
24	20.47 (17.97-23.26)
36	21.61 (19.03-24.48)
48	22.51 (19.85-25.46)



**Picture 1.** Cumulative revision surgery rates after internal fixation

Univariate Cox regression analysis showed that the period of time from fracture to operation was a statistically significant risk factor for revision surgery (HR, 1.011; 95% CI, 1.007–1.021;  $p < 0.001$ ), it means that one day after fracture increases the revision risk by 1%.

## **Materials and methods**

The cohort clinical trial was carried out at Republican Vilnius University Hospital which included 42 patients who underwent internal fixation operation after femoral neck fractures in 2009-2011. Lithuanian Bioethics Committee approval No 027, 2009.03.04 was achieved. All the patients underwent dynamic MRI before operation for evaluation of femoral heads blood flow. After the scan, IF was performed under the spinal block using two non cannulated 7.3 mm diameter screws. The average period of time between trauma and surgery was 19 hours (range 5.5-36 hours), median 12.75 hours, between admission and operation – 9.6 hours (limit 3.2-35 hours), and median 8.4 hours. All the surgeries were performed by four orthopedic surgeons under the same method described in trial protocol. The anesthetized patient was immobilized on the fracture table and the closed reposition performed under portable x-ray control. The two Ullevaal screws were inserted through 4-5 cm length skin – subcutaneous tissue incision using special guide under x-ray control. All the patients were examined performing control x-ray postoperatively for the evaluation of the reposition quality and the position of implants.

The fracture reposition on postoperative x-rays was evaluated according to Garden criteria, whereas screws position was assessed as described and widely accepted by Parker. The position of fracture fragments and implants was rated as acceptable in all cases.

Patient distribution by age and sex is presented in Table 3.

**Table 3.** Patient distribution by age and gender

Age group	Sex		Total	%
	Men	Women		
<60	3	2	5	<b>11.90</b>
60-69	4	3	7	<b>16.67</b>
70-79		13	13	<b>30.95</b>
80+	3	14	17	<b>40.48</b>
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>32</b>	<b>42</b>	<b>100.00</b>

Male age average was 66 (95% CI 53-78) and female – 76 (95% CI 73-79) years.

### **Inclusion Criteria**

The agreement of patient to take part in the study

Intracapsular fracture of the femoral neck

The clinical decision to perform internal fixation

Less than 24 hours after the trauma

No contraindications to perform MRI

Potential to perform surgery in less than 36 hours after the accident

### **Exclusion Criteria**

Pathological fracture

Corticosteroid use

Alcoholism

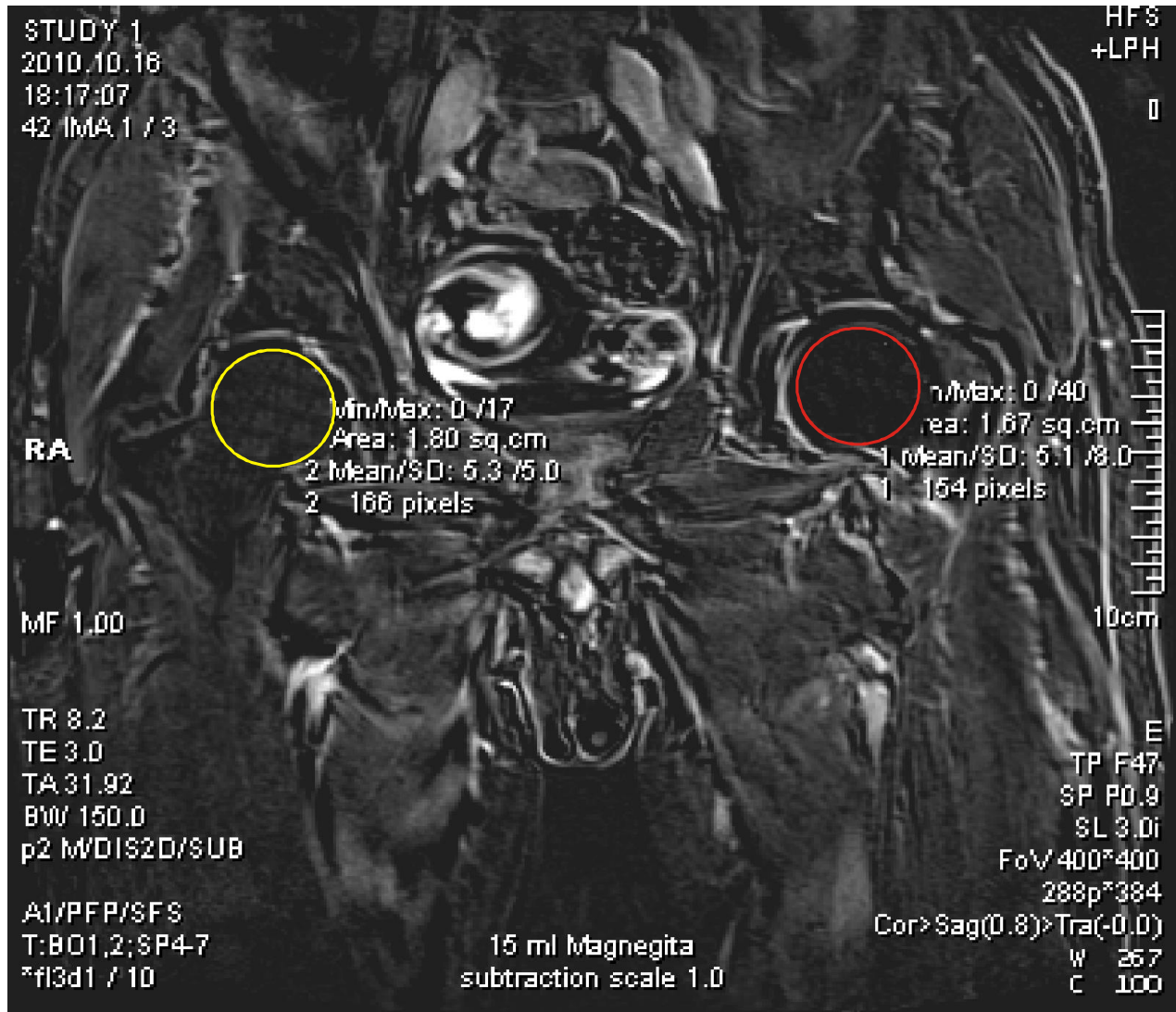
Wheel chaired patients

Severe mental disorders

Degenerative/congenital hip joint pathology (arthrosis, avascular necrosis, dysplasia).

## **MRI Methodology**

The imaging was performed using Siemens Magnetom 1.5 T device (Tim System, Erlangen, Germany). The intramuscular analgesia was given for all the patients before the imaging. The MRI was performed in supine position. The vein cannula was inserted into antebrachial vein and connected to the contrast bolus injector synchronized with MRI device. Scanning was started in T2 trufi ax and pd fs cor sequences. After the acquisition of images fl3D\_vibe\_MEAS sequence is planned in coronal plane with subsequent parameters - FOV 400x400 mm, flip angle 10, TI 0, NEX 1.0, TR8 ms, TE 3 ms, slice thickness 3 mm. After the native scan the paramagnetic contrast agent, Gadolinium diethylenetriaminepentaacetic acid (Gadolinium-DTPA) (0.2 mmol/kg of bodyweight) was given in to antebrachial vein over the synchronized injector. The contrast infusion speed was 3ml/s. After contrast injection, the cannula was flushed with 30 ml sodium chloride. The further scan was performed in fl3D\_vibe\_MEAS mode at coronal plane twelve times at time intervals - 0.00, 0.32, 1.04, 1.36, 2.08, 2.40, 3.12, 3.44, 4.16, 4.48, 5.20, 5.52, 6.12 minutes. Image digital subtraction was used. CER was evaluated using Siemens workstation with Mean Curve software. Bilateral region of interest (ROI) were selected in both femoral heads (ROI – region of interest) (Picture 2). Eleven to 19 MRI slices were obtained depending on the size of femoral head where the CER was plotted against time scale.



**Picture 2.** Measurement areas (ROI)

### Data standardization

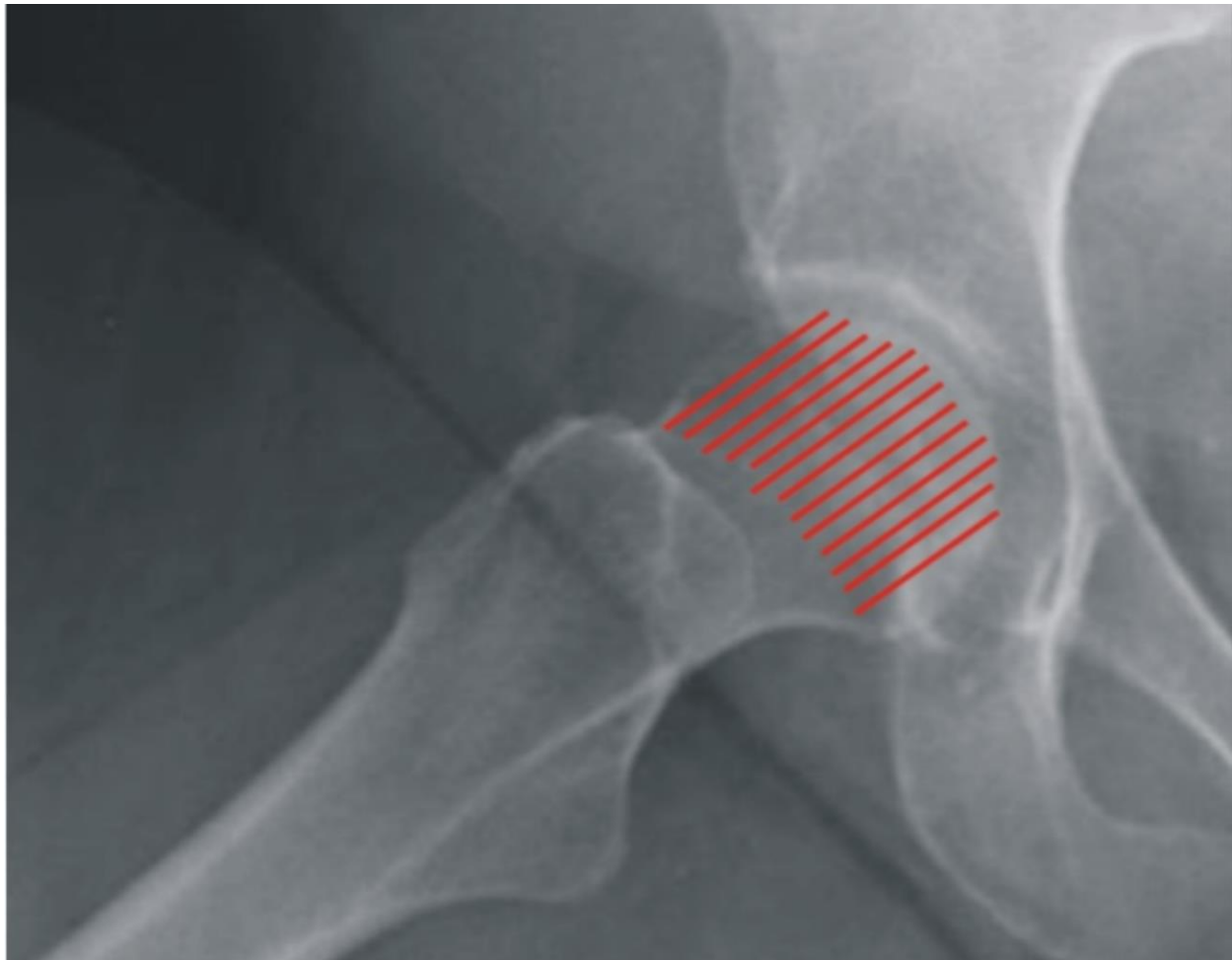
Measurement data was standardized for the volumetric CER analysis. For planned femoral head division into three zones slice number was manually increased to 21 (first number that divides by 3) and new values were calculated using square interpolation method.

There is no possibility to compare absolute CER values as they highly vary between individual patients. For that reason the relative values were calculated, assigning the maximum value in measured head to 100%. The relative values for the CER reduction on the fractured side at the particular time moment were calculated as follows:

$$\frac{\text{Contrast enhancement ratio (fractured side)}}{\text{Contrast enhancement ratio (fractured side)}} \times 100 \%$$

### Data grouping

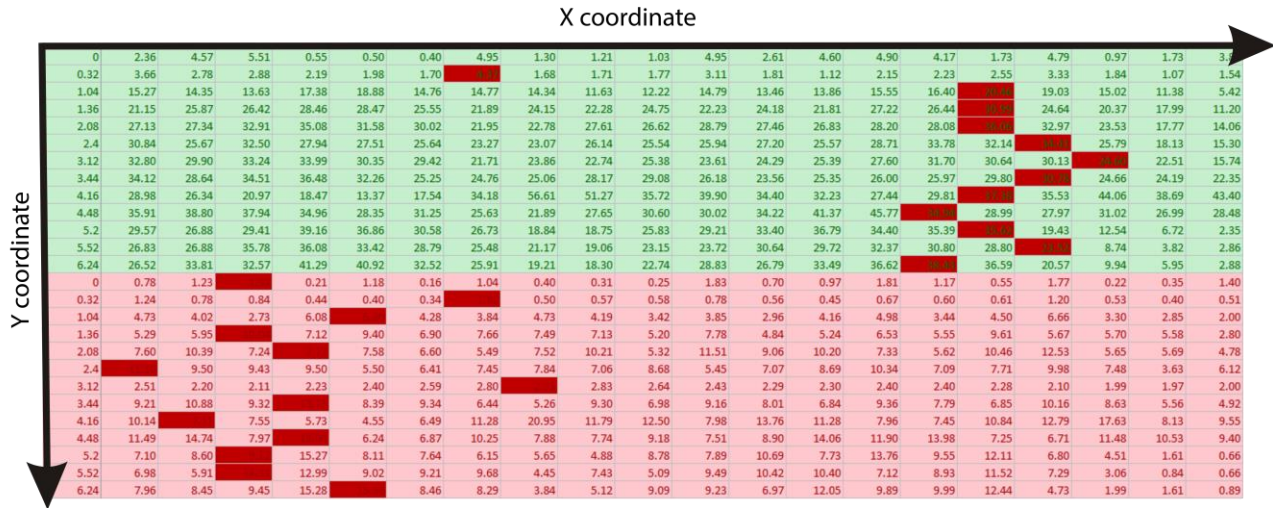
Data grouping and volumetric analysis was performed dividing femoral head in coronal plane into 2 and 3 zones (anterior, central and posterior) and obtaining the means of values from different slices. Dividing the femoral head into 2 zones: anterior part – means of slices 1-10 and half of 11 slice mean, posterior part – half of 11 slice mean and mean of slices 12-21. Dividing the femoral head into 3 zones: anterior part – 1-7 slice mean, central – 8-14 slice mean and posterior – 15-21 slice mean (Picture 3).



**Picture 3.** Slice position in coronal plane in the femoral head

## Qualitative CER analysis

Qualitative analysis was performed evaluating the maximum value position in two dimensional plane assigning X value to slice number and Y value to time measurement interval (Picture 4).



## **Quantitative CER analysis on the healthy side**

Relative CER values were calculated comparing fractured and healthy sides in 3 femoral head zones. Different relative CER values were calculated:

P1 – relative value was calculated selecting the maximum value from all analysis time range

P2 – relative value was calculated selecting the maximum value from 3.12 – 4.48 min. analysis time range

Differences were evaluated using Mann Whitney U test.

## **Konishiike classification**

According to relative residual blood flow on the fractured side, fractures were classified as described by Konishiike:

A type – residual flow >70%

B type – 30-70%

C type <30%

## **Revision operation analysis**

Revision operation analysis was carried out using life table method to calculate the total frequency of revision surgeries after failed IF. Follow-up end points were the date of December 31, 2012, the date of patient's death, or the revision surgery date. A revision operation was defined as a total hip replacement operation carried out after failed internal fixation.

## **Statistical analysis**

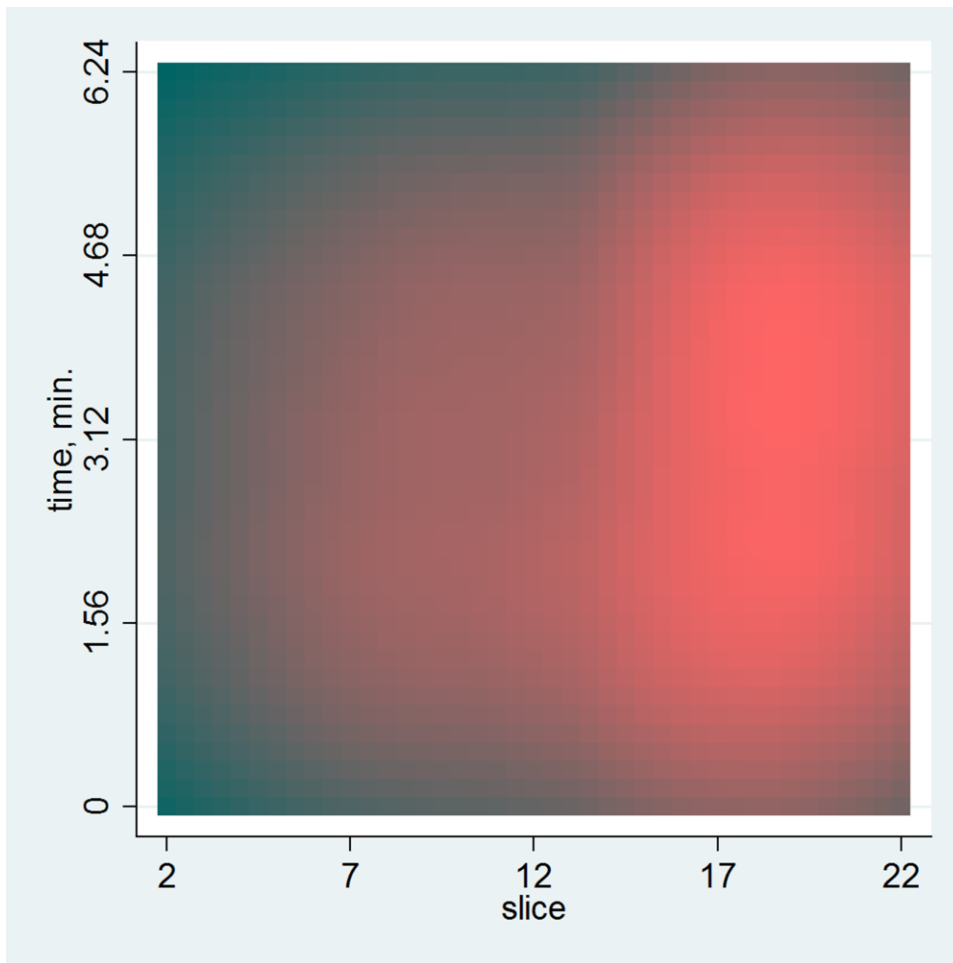
Statistical and mathematical analysis was performed using STATA ver. 11 and Matlab ver. 7 software.



## Results

### Qualitative CER analysis on the healthy side

Maximum CER values were plotted in two-dimensional plane (X value – slice number, Y value – time interval) using MSTAT test and its graphical subsystem. The data is presented in Picture 5.



**Picture 5.** Volumetric maximum CER value distribution according to slice position and time

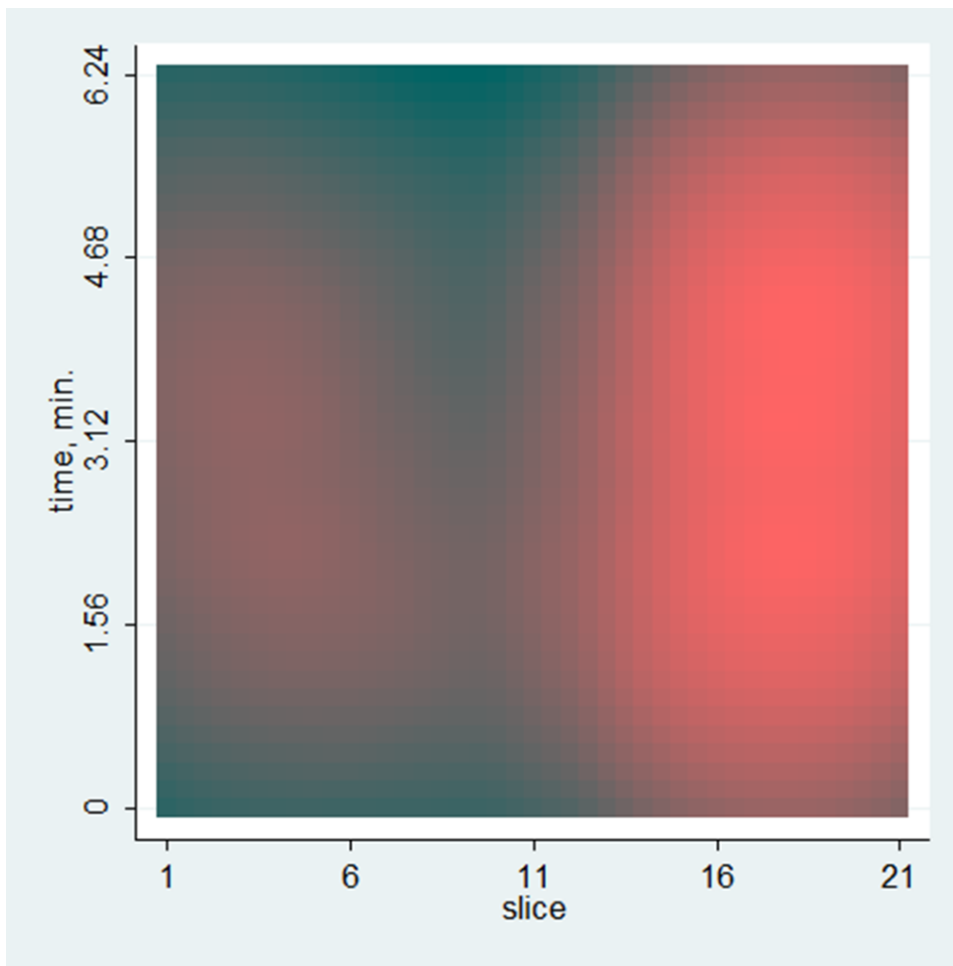
The graph illustrates the fact that the most pronounced areas of maximum CER values distribution are in the central and dorsal femoral head zones. The maximum CER values

distributed in the following way: 21.3% in the anterior, 23.9% in the central and 54.8% in the posterior zone.

Maximum CER values analysis in respect of time interval showed that in 78.6% of all cases maximum values were observed after 4.48 min. The volumetric distribution of maximum CER values in two-part femoral head model show no variation after 3.44 min.

### Quantitative CER analysis on the fractured side

Using MSTAT test and its graphical subsystem maximum values were plotted in two dimensional plane (X value – slice number, Y value – time interval). Data is presented in the Picture 6.



**Picture 6.** Volumetric maximum value distribution regarding to slice position and time

The graph illustrates the fact that the most pronounced areas of maximum CER values distribution are in the anterior and dorsal femoral head zones.

Interpoint distribution distance analysis using MSTAT test was performed showing significant statistical differences (p=0.021).

Volumetric qualitative analysis on the fractured side was performed in two-part femoral head model. CER domination type changes were evaluated in different time periods. The data is presented in Table 4.

**Table 4.** CER mean domination type in two-part femoral head model

<b>Time, min.</b>	<b>Anterior -&gt; Posterior</b>		<b>Posterior -&gt; Anterior</b>		<b>Unchanged</b>	
	<b>Cases</b>	<b>%</b>	<b>Cases</b>	<b>%</b>	<b>Cases</b>	<b>%</b>
3.12	9	21.43	11	26.19	22	52.38
3.44	11	26.19	9	21.43	22	52.38
4.16	11	26.19	11	26.19	20	47.62
4.48	8	19.05	5	11.90	29	69.05

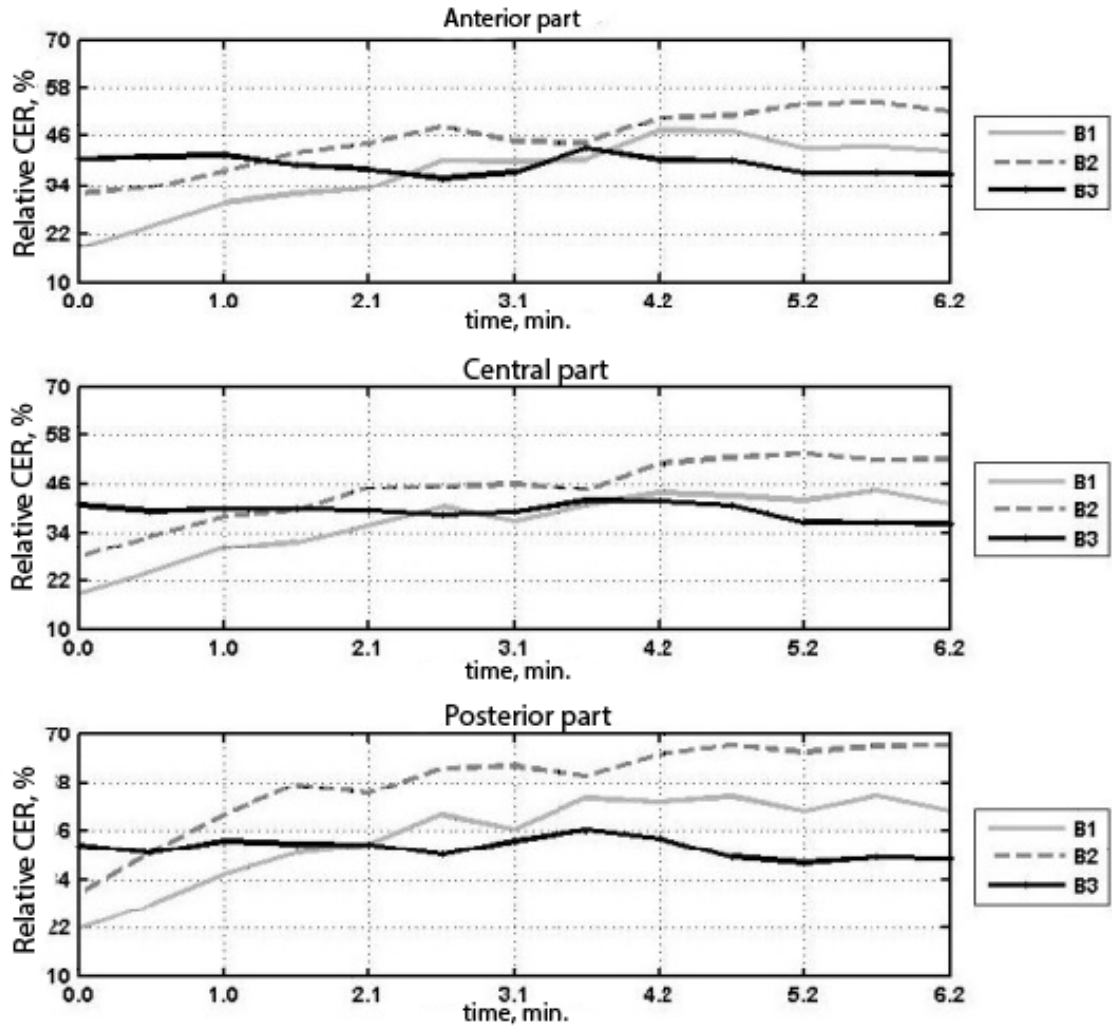
It was found that in 30.9 – 52.4% of cases CER domination had volumetric change pattern comparing both sides in the analyzed time period of 3.12 to 4.48 min. In other cases CER mean value decrease type left unchanged.

### **Quantitative analysis**

Quantitative analysis was performed comparing relative CER values distribution in respect to AO classification (fracture dislocation). Mean values distribution was calculated in three femoral head zones model. Data analysis is presented in Table 5 and Picture 7. The statistically significant differences were observed comparing B1 vs. B2 and B2 vs. B3 type fractures in posterior and central zones of the femoral head with the highest differences in the posterior part.

**Table 5.** Relative CER distribution in the femoral head according to AO classification

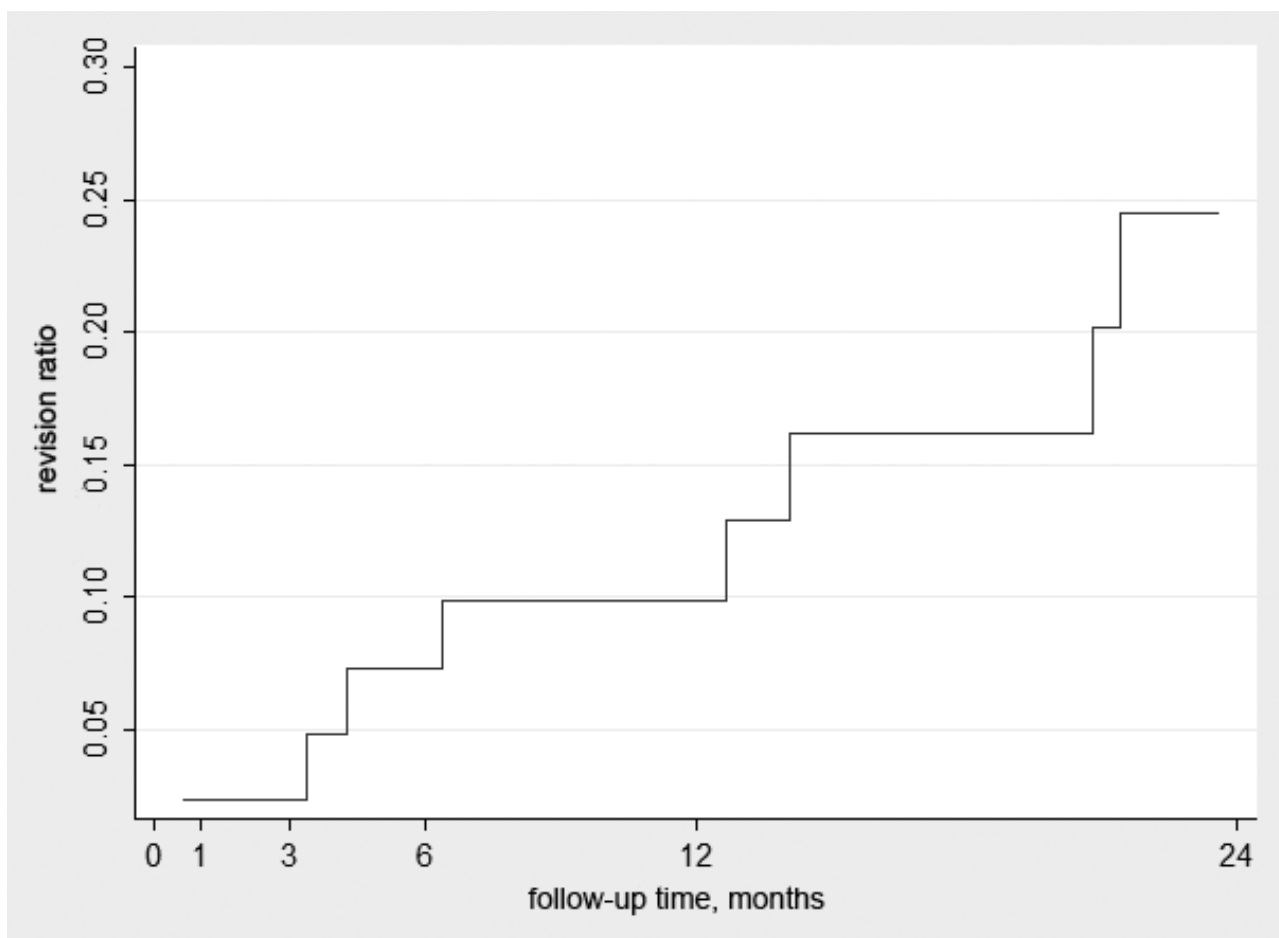
<b>Compared groups</b>	<b>Relative CER calculation type</b>	<b>Time, min.</b>	<b>Femoral head zone</b>	<b>Mann-Whitney test results (<i>p value</i>)</b>
B1 vs. B2	P1	6.24	Posterior	0.05
	P2	1.36		0.02
	P2	5.20		0.04
	P2	6.24		0.04
	P2	5.20	Central	0.04
	P2	6.24		0.05
B2 vs. B3	P1	1.36	Posterior	0.04
	P1	2.40		0.03
	P1	3.12		0.02
	P1	3.44		0.03
	P1	4.16		0.004
	P1	4.48		0.05
	P1	5.20		0.04
	P1	5.52		0.02
	P2	2.40		0.05
	P2	3.12		0.04
	P2	4.16		0.01
	P2	5.52		0.03



**Picture 7.** Relative CER distribution in the femoral head according to AO classification

**Analysis of revision operations**

There were 8 revision surgeries performed. Average follow-up time was 24.7 (95% CI 20.1-29.2), median – 21.8, range 0.6-47.7 months. Overall cumulative revision ratios are presented in Picture 8 and Table 6.



**Picture 8.** Cumulative revision ratio after IF

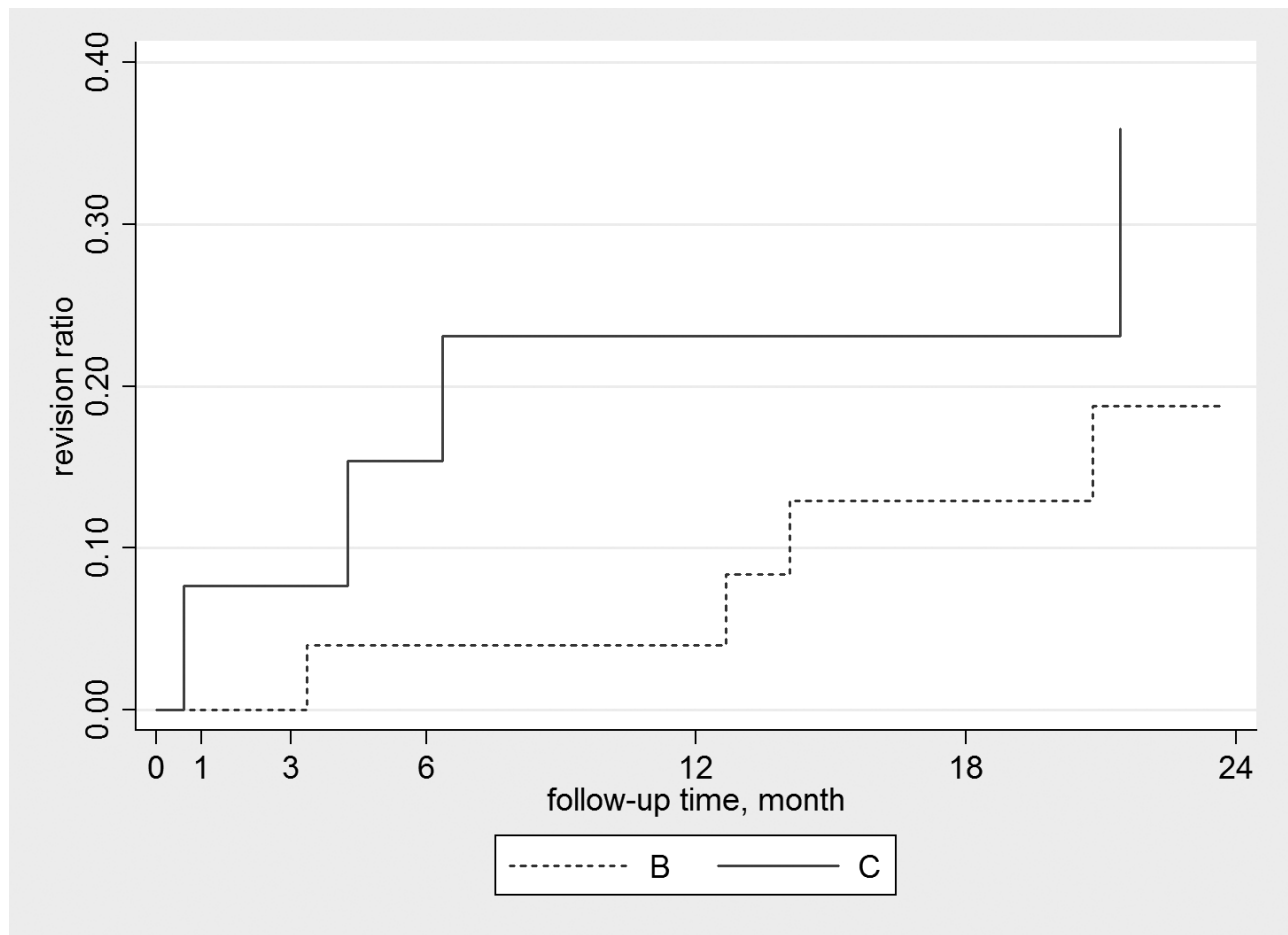
**Table 6.** Cumulative revision ratio after IF

Follow-up time, months	Cumulative revision ratio, %	95% CI
1	2.38	0.3-15.7
3	4.76	1.2-17.7
6	7.14	2.3-20.5
12	9.52	3.7-23.4
24	22.01	11.5-39.7

Revision ratios were compared according to Konishiike classification groups (relative CER reduction). Data analysis is presented in Tables 7, 8 and Picture 9.

**Table 7.** Revision operations distribution according to Konishiike classification

Femoral head preservation	Konishiike classification		
	A	B	C
No	0 (0.00%)	<b>4 (16.0%)</b>	<b>4 (30.8%)</b>
Yes	4	21	9
<b>Total</b>	4 (9.5%)	25 (59.5%)	13 (31.0%)



**Picture 9.** Cumulative revision ratio by Konishiike classification

**Table 8.** Cumulative revision ratio according to Konishiike classification

Follow-up time, months	Konishiike classification groups		
	A	B	C
1	0.0	0.0	7.7 (1.1-43.4)
3	0.0	0.00	7.7 (1.1-43.4)
6	0.0	4.0 (0.6-25.2)	10.0 (4.1-48.8)
12	0.0	4.0 (0.6-25.2)	23.1 (8.1-55.8)
18	0.0	13.1 (4.4-35.4)	23.1 (8.1-55.8)
24	0.0	18.7 (7.3-35.4)	35.6 (14.5-71.8)

This analysis shows that reduced relative CER values are related to higher revision ratios, but the differences are statistically insignificant ( $p=0.24$ ).

Additional analysis was performed for searching of minimal relative CER value, with no revisions performed. Patient were divided into two groups according to threshold relative CER value (55%). The first group with relative CER values higher than 55% - 13 patients / 0 revisions performed and second group 29 patients / 8 revisions performed. Proportion differences between groups were statistically significant ( $p=0.035$ ).



## **Conclusions**

1. Maximum CER values in healthy side are most dominant in central and posterior parts of the femoral head.
2. Maximum CER values in fractured side are most dominant in anterior and posterior parts of the femoral head.
3. There is a significant statistical difference comparing interpoint distribution distance of maximum CER values in fractured and healthy side.
4. Relative quantitative CER differences on the fractured side are most prominent in the central and posterior parts of the femoral head according to AO fracture classification.
5. Relative CER reduction on fractured side in 30.9 – 52.4% of cases had volumetric change pattern.
6. No revisions were observed in patients group with higher than 55% of relative CER on the fractured side. Lower CER values should indicate hip replacement.
7. From the point of view of prognostic surgical treatment factor fractures should be allocated according to the marginal relative CER value (55%).

## **Practical recommendations**

For the further clinical studies the femoral head volumetric CER pattern prognostic value should be evaluated. Dynamic MRI prognostic value could be increased combining it with other invasive methods, such as intracapsular pressure measurement or superselective angiography. That would allow the differentiation of the blood flow between avascularity, venostasis or mixed type of lesions.

These new qualitative and quantitative analysis techniques could be applied for further studies related to degenerative hip joint diseases or avascular femoral head necrosis.

## **List of publications**

### **Publications on the topic of dissertation**

1. Kurtinaitis J, Porvaneckas N, Kvederas G, Brazaitis A. Methods of measuring femoral head blood perfusion: literature review. *Theory and practice in medicine*. 2011; 17 (3): 364-368.
2. Kurtinaitis J, Brazaitis A, Porvaneckas N, Gegžna V, Kvederas G. Femoral Head Blood Flow after Femoral Neck Fracture. *Dynamic Magnetic Resonance Imaging Volumetric Measurements*. *Theory and practice in medicine*. 2013; 19 (1): 39-43.
3. Kurtinaitis J, Porvaneckas N, Kvederas G, Butenas T, Uvarovas V. Revision rates after surgical treatment for femoral neck fractures: results of 2-year follow-up. *Medicina (Kaunas)*. 2013; 49: 138-142.

### **Publications in journals with ISI index**

1. Kurtinaitis J, Dadoniene J, Kvederas G, Porvaneckas N, Butenas T. Mortality after femoral neck fractures: a two-year follow-up. *Medicina (Kaunas)*. 2012; 48: 145-149.

### **Publications in peer reviewed journals**

1. Kurtinaitis J, Porvaneckas N, Kocius M, Broga R. Primary hybrid and cementless total hip arthroplasty. 5 to 10 year follow-up results. *Lithuanian surgery*. 2003 1:2 155-163.
2. Kurtinaitis J, Uvarovas V, Broga R, Kocius M. Locking intramedullary nailing of tibial shaft: first-year experience and radiographic analysis. *Lithuanian surgery*. 2006 4:1 39-46.

3. Porvaneckas N, Kvederas G, Kurtinaitis J. The role of medial-lateral placement of the acetabular prosthesis in cemented hip arthroplasty. *Theory and practice in medicine*. 2008, 14(1): p 81-86.
4. Kurtinaitis J, Porvaneckas N, Kvederas G. Primary replacement arthroplasty with porous coated cups for patients younger than 60 years. 9-14 years follow-up results. *Theory and practice in medicine*. 2008, 14 (4): p. 308-312.

## **Brief information about the author**

Jaunius Kurtinaitis was born on March 2, 1975 in Vilnius Lithuania. Graduated from Vilnius 41th Secondary school he studied at the Vilnius University Faculty of Medicine. He obtained the Diploma of Medical Doctor in 2000. He started his residence in orthopedic-traumatology after one-year internship. Since the end of residence in 2005 Jaunius Kurtinaitis is holding the license of orthopedic surgeon. He is orthopedic surgeon at Republican Vilnius University hospital, Centro outpatient clinic, Northway medicinos centrai private clinic since 2005. Jaunius Kurtinaitis prepared the doctoral dissertations at the Vilnius University faculty of medicine from 2007 until 2013. The main field of his scientific interest was proximal femur fractures treatment results and exploration of new methods for evaluation of femoral head blood flow after femoral neck fracture. Jaunius Kurtinaitis is an active member of Lithuanian Society of Orthopedic and Traumatology since 2004. Since 2012 he became a board member.

Jaunius Kurtinaitis with co-authors has published eight scientific papers in Lithuanian and International peer reviewed journals and presented four presentations in international and ten in local congresses.

## **REZIUMĖ**

### **Santrumpos**

KM – kontrastinė medžiaga

MRT – magnetinio rezonanso tomografija

### **Įvadas**

Žmogaus skeletas yra karkasas, prie kurio prisitvirtinę raumenys užtikrina judėjimą. Reprodukcinio laikotarpiu jis yra tvirtas, ir lūžių tikimybė, susijusi su mažos energijos traumomis, yra maža, bet organizmui senstant, ypač moterims po menopauzės bei vyresnio amžiaus vyrams, neuromuskulinės organizmo funkcijos silpnėja kartu su kaulų atsparumu. Dėl šių pokyčių kaulų lūžių rizika didėja. Tipinė stipinkaulio vieta, žastikaulio ir proksimalinis šlaunikaulio galas yra dažniausios vyresnio amžiaus žmonių lūžių lokalizacijos, susijusios su mažos energijos traumomis. Viršutinių galūnių lūžiai neapriboja žmogaus judėjimo, leidžia pacientui apsitarnauti ir gyventi nepriklausomai. Daugelis šių lūžių yra gydomi konservatyviai.

Šlaunikaulio proksimalinio galo lūžiai yra didelė medicininė, ekonominė problema ir socialinė našta visuomenei. Senstant populiacijai, šlaunikaulio proksimalinės dalies lūžių daugėja, ir tikimasi, kad 2050 m. jų bus keturis kartus daugiau. Šlaunikaulio proksimalinio galo lūžiai yra susiję su dideliu nesuaugimo dažniu, labai padidina mirtingumą, apriboja judėjimą ir nepriklausomą pacientų gyvenimą. Mirtingumas, patyrus šlaunikaulio proksimalinio galo lūžį, yra lygintinas su piktybinių navikų rodikliais.

Šlaunikaulio proksimalinio galo lūžiai skirstomi į intrakapsulinius ir ekstrakapsulinius. Ekstrakapsulinių lūžių pirmo pasirinkimo gydymo metodas – osteosintezė ekstrameduliniais arba intrameduliniais implantais. Intrakapsulinių lūžių gydymas ir šiuo metu yra diskusijų objektas. Įvairių studijų duomenys leidžia teigti, kad klubo sąnario endoprotezavimo operacija yra pirmo pasirinkimo metodas pacientams, vyresniems nei 80 metų, esant

dislokuotiems šlaunikaulio kaklo lūžiams, o jaunesniems pacientams (<60 metų) pirmo pasirinkimo metodas – osteosintezė, kaip ir visų nedislokuotų lūžių atvejais. Šiuos kriterijus patvirtina ir įvykdyta tarptautinė apklausa. Gydant šiuos pacientus svarbus ne biologinis, o fiziologinis amžius. Šis požiūris diskutuotinas, nes paciento fiziologinis ir biologinis amžiai dažnai nesutampa. Be to, tokie veiksniai, kaip funkcinis paciento aktyvumas, lydimosios ligos, laikas nuo traumos iki operacijos, suvokimo sutrikimai daro įtaką metodo pasirinkimui.

Publikuotos metaanalizės, lyginančios šlaunikaulio kaklo osteosintezės ir klubo sąnario endoprotezavimo rezultatus, nurodė, kad klubo sąnario endoprotezavimas gerokai sumažina revizinių operacijų skaičių, bet padaugėja infekcinių komplikacijų, kur kas daugiau netenkama kraujo, ilgesnė operacijos trukmė ir aukštesni ankstyvo mirštamumo rodikliai. Šio darbo autoriaus su bendraautoriais atliktoje studijoje revizinių operacijų dažnis buvo 4,11 karto (28,9 % ir 7 %) didesnis, lyginant osteosintezės ir totalinio klubo sąnario endoprotezavimo operacijų rezultatus.

Nors daugelyje literatūros šaltinių nurodoma, kad klubo sąnario endoprotezavimo operacija šiuo metu yra pirmo pasirinkimo metodas esant dislokuotam šlaunikaulio kaklo lūžiui, bet gausu straipsnių, kuriuose diskutuojama apie osteosintezės rezultatus esant jaunam pacientų amžiui (<60 metų).

Šiuolaikinės rekomendacijos remiasi atskirų šalių ligoninių patvirtintais gydymo standartais, ir vieningos nuomonės šiuo klausimu nėra.

Objektyvių kriterijų stoka, esant tokiam skaičiui subjektyvių vertinimo kriterijų, neleidžia vienareikšmiškai atsakyti į klausimą – kokį gydymo metodą pasirinkti. Daugelyje publikuotų darbų pabrėžiama, kad vienas iš objektyvių kriterijų galėtų būti liekamosios šlaunikaulio galvos kraujotakos įvertinimas po šlaunikaulio kaklo lūžio, leidžiančių numatyti sugijimo prognozę, o chirurgui pasirinkti optimalų chirurginio gydymo metodą.

Šlaunikaulio galvos kraujotakos matavimo metodų klinikinis taikymas yra svarbus šlaunikaulio galvos kraujotakos sutrikimams nustatyti, revaskuliarizacijai po traumos ir avaskulinės nekrozės rizikai įvertinti. Kraujotakos sutrikimus gali sukelti degeneraciniai klubo sąnario susirgimai, kortikosteroidų vartojimas, lėtinis alkoholizmas, o po traumos –

ilgas laikotarpis nuo traumos iki operacijos, mediali lūžio linija ir didelė lūžgalių dislokacija. Viena dažniausių komplikacijų po šlaunikaulio kaklo lūžių yra aseptinė šlaunikaulio galvos nekrozė. Literatūros duomenimis, ji siekia apie 10–30 %. Aseptinės šlaunikaulio galvos nekrozės priežastis – kraujotakos sutrikimai. Nustačius šlaunikaulio galvos kraujotakos sutrikimus, galima būtų įvertinti nesėkmės riziką. Tai leistų pasirinkti tinkamą gydymo metodą – šlaunikaulio kaklo osteosintezę arba klubo sąnario endoprotezavimo operaciją. Sumažinus su šlaunikaulio galvos kraujotaka susijusių komplikacijų dažnį, būtų užtikrinti geresni funkciniai rezultatai, sumažėtų ir kartotinių operacijų, sumažėtų gydymo išlaidos.

Literatūroje aprašyta daug metodų, kurie leidžia įvertinti šlaunikaulio galvos kraujotaką po lūžio. Visuotinių jų taikymą apriboja jų invazyvumas, o neinvazyvūs metodai – MRT ir PET – yra gana brangūs.

Ankstyvas kaulo kraujotakos pakitimų įvertinimas atliekamas dinaminio magnetinio rezonanso tomografijos tyrimu. Šio metodo jautrumas ir specifiškumas vertinant kraujotakos sutrikimus siekia 90–100% ir 100%. Konishi'ke su bendraautoriais pirmasis pritaikė dinaminį MRT tyrimą, vertinant šlaunikaulio galvos kraujotakos būseną per pirmąsias 48 valandas po lūžio, ir išskyrė tris kraujotakos grupes. Vėliau publikuoti atokūs sekimo rezultatai patvirtino aukštą šio klasifikacijos metodo prognozuojamos vertės jautrumą (81 %) ir specifiškumą (100 %). Tą patį patvirtina Kaushik su bendraautoriais atliktos studijos duomenys.

Šiose studijose nėra vertinami tūriniai pakitimai šlaunikaulio galvoje ir, autoriaus nuomone, toks tyrimo metodas, rodantis esamos kraujotakos būklę tik vienoje tyrimo plokštumoje, negali būti pakankamas visos šlaunikaulio galvos kraujotakai įvertinti.

Todėl šiame klinikiniame eksperimentiniame tyrime buvo analizuojami sveikos ir traumuotos pusės šlaunikaulio galvų dinaminio MRT tyrimo metu atskleisti (tūrinės šlaunikaulio galvos kraujotakos) pjūvių grafiniai vaizdai.

Studijos hipotezė ta, kad dinaminis MRT tyrimas yra neinvazyvus liekamosios šlaunikaulio galvos kraujotakos kokybinio ikioperacinio vertinimo kriterijus.

## **Tyrimo tikslas**

Dinaminiu MRT tyrimu nustatyti kokybinius ir kiekybinius šlaunikaulio galvos kraujotakos pakitimus ir jų chirurginę prognostinę vertę po šlaunikaulio kaklo lūžio.

## **Tyrimo uždaviniai**

1. Įvertinti kokybines kontrastinės medžiagos kaupimo savybes sveikoje šlaunikaulio galvoje koronarinėje plokštumoje.
2. Įvertinti kokybines kontrastinės medžiagos kaupimo savybes lūžusio šlaunikaulio kaklo galvoje koronarinėje plokštumoje.
3. Palyginti gautus kokybinius kontrastinės medžiagos kaupimo skirtumus sveiko ir lūžusio šlaunikaulio kaklo galvose.
4. Įvertinti santykinius kiekybinius tūrinius kontrastinės medžiagos kaupimo pokyčius pažeistoje šlaunikaulio galvoje pagal lūžio morfologiją.
5. Įvertinti kokybinius tūrinius kraujotakos pokyčius lūžusio šlaunikaulio kaklo galvoje.
6. Įvertinti revizinių operacijų dažnį pagal santykinį kontrastinės medžiagos kaupimo sumažėjimą lūžusio šlaunikaulio kaklo galvoje.
7. Remiantis santykinio kontrastinės medžiagos kaupimo sumažėjimu lūžusio šlaunikaulio galvoje ir gautais tyrimo rezultatais, pateikti praktinę bei prognostinę vertę turintį lūžių grupavimą.

## **Darbo naujumas**

Pirmą kartą, koronarinėje plokštumoje, buvo įvertinti tūriniai KM kaupimo pokyčiai sveiko ir lūžio šlaunikaulio kaklo galvose, pritaikant dinaminį MRT tyrimo metodą.

Nustatytas ribinis KM santykinio sumažėjimo rodiklis leidžiantis prognostiškai pasirinkti optimalų chirurginio gydymo metodą.



## **Ginamieji teiginiai**

Kontrastinės medžiagos kaupimas šlaunikaulio galvoje yra netolygus, jam būdingas erdvinis pasiskirstymas, susijęs su liekamąja kraujotaka po patirto lūžio.

Santykinis kontrastinės medžiagos kaupimo sumažėjimas šlaunikaulio galvoje yra prognostinis požymis vertinant gydymo išeitį ir pasirenkant optimalų chirurginio gydymo metodą.

## **Šlaunikaulio kaklo lūžių gydymo rezultatai po osteosintezės**

Planuojamo darbo pagrįstumui įvertinti šio darbo autorius kartu su kolegomis atliko revizinių operacijų analizę. Į tyrimą įtraukti 1086 pacientai, kuriems 2004–2009 m. Respublikinėje Vilniaus universitetinėje ligoninėje dėl intrakapsulinių šlaunikaulio kaklo lūžių atliktos 1102 osteosintezės operacijos. Bendras pacientų amžiaus vidurkis buvo 75 metai (95 % PI 74,4–75,7). Vyrų amžiaus vidurkis – 69,4 metų (95 % PI 67,8–71,1), moterų – 77,6 (95 % PI 76,9–78,4) ( $p < 0,001$ ). Vidutinis sekimo laikas buvo 2,92 (95 % PI 2,8–3,1), mediana – 2,36 metų, stebėjimo laikotarpio ribos – 0,001–8,95 metų. Revizijų dažnis po 1 mėn. siekė 1,49 % (95 % PI 0,92–2,43), 3 mėn. – 5,61% (95 % PI 4,35–7,21), 6 mėn. – 12,01 % (95 % PI 10,12–14,23), 12 mėn. – 16,39 % (95 % PI 14,17–18,92), 24 mėn. – 20,47 % (95 % PI 17,97–23,26), 36 mėn. – 21,61 % (95 % PI 19,03–24,48) ir 48 mėn. – 22,51 (95 % PI 19,85–25,46). Taikant Cox proporcingus rizikos modelius buvo nustatyta, kad laiko trukmė nuo traumos iki operacijos buvo statistiškai patikimas veiksnys, darantis įtaką revizinių operacijų dažniui  $HR = 1,011$  (95 % PI 1,007–1,021) ( $p < 0,001$ ).

## **Tyrimo medžiaga ir metodai**

Į prospektyvinę kohortinę eksperimentinę klinikinę studiją buvo įtraukti 42 pacientai, 2009–2011m. patyrę šlaunikaulio kaklo lūžius ir gydyti Respublikinėje Vilniaus universitetinėje ligoninėje. Visiems į studiją įtrauktiems pacientams prieš operaciją, siekiant įvertinti po patirto lūžio likusią šlaunikaulio galvos kraujotaką, buvo atlikti dinaminiai abiejų

šlaunikaulio galvų MRT tyrimai. Atlikus minėtą tyrimą visiems pacientams buvo atliekama šlaunikaulio kaklo osteosintezės operacija dviem nekanuliuotais, nepilno sriegio 7,3 mm skersmens sraigtais.

### **MRT atlikimo metodika**

Tyrimas atliktas pacientui gulint ant nugaros. Į paodžio veną alkūnės srityje buvo įkištas kateteris ir prijungtas prie kontrastinės medžiagos suleidimo pompos, sinchronizuotos su MRT aparatu. Skenavimas pradedamas T2 trufi ax ir pd fs cor režimais. Jais nustatoma dubens bei šlaunikaulių galvų erdvinė padėtis ir pagal juos suplanuojamas fl3D\_vibe\_MEAS režimas koronarinėje plokštumoje. Jo parametrai: FOV 400×400 mm, Flip angle 10, TI 0, NEX 1,0, TR8 ms, TE 3 ms, slice thickness 3 mm. Suplanavus fl3D\_vibe\_MEAS režimą, nuskenuojami natyviniai (be kontrasto) pjūviai ir su sinchronizuota pompa pradedama leisti intraveninė kontrastinė medžiaga Magnegita (gadopenteto rūgšties dimeglumino druska, Gadopentetic acid dimeglumine) 0,2 mmol/kg. Preparato leidimo greitis – 3 ml/s. Suleidus kontrastinę medžiagą iš karto suleidžiama 30 ml fiziologinio tirpalo ir skenuojama fl3D\_vibe\_MEAS režimu koronarinėje plokštumoje dvylika kartų (laikotarpiai 0,00, 0,32, 1,04, 1,36, 2,08, 2,40, 3,12, 3,44, 4,16, 4,48, 5,20, 5,52 min.). Kontrasto kaupimo matavimai atliekami po skenavimo – skaitmeninės vaizdų subtrakcijos metodu. Gauti subtrakciniai vaizdai vertinami „Siemens“ darbo stotyje „Mean curve“ programa. Gautuose vaizduose pažymimos vienodo dydžio matavimo zonos sveikoje ir pažeistoje galvoje (ROI – region of interest). Priklausomai nuo šlaunikaulio galvos dydžio, buvo atlikta nuo 11 iki 19 pjūvių, kuriose išmatuotas kontrasto kaupimo intensyvumas Hounsfieldo vienetais (HU). KM kaupimo intensyvumo duomenys įvertinti pagal laiko skalę.

## **Duomenų standartizacijos metodika**

Planuojant atlikti tūrinio kontrasto pasiskirstymo duomenų analizę, buvo atlikta duomenų standartizacija. Priklausomai nuo šlaunikaulio galvos skersmens, pjūvių buvo nuo 11 iki 19. Skirstant šlaunikaulio galvą į tris zonas, pjūvių skaičius padidintas iki 21 (pirmas skaičius, besidalijantis iš 3) ir naujos tyrimo reikšmės apskaičiuotos kvadratinės interpoliacijos metodu.

Lyginant skirtingų pacientų išmatuotus kontrastinės medžiagos kaupimo duomenis, buvo stebimi dideli svyravimų skirtumai (ribos 3,1–142,3). Tai rodo, kad absoliučius matavimo duomenis lyginti tarp skirtingų pacientų neįmanoma. Todėl, siekiant išvengti tyrimo netikslumo, buvo apskaičiuotos santykinės reikšmės, maksimalų rodiklį matavimo matricioje prilyginant 100 %.

Lyginant santykinę kontrastinės medžiagos kaupimo sumažėjimą pažeistoje šlaunikaulio galvoje atitinkamais laikotarpiais, buvo paimtas santykis tarp to paties paciento absoliučių matavimo rodiklių sveikoje ir pažeistoje galvoje.

## **Duomenų grupavimas**

Atliekant kontrasto kaupimo analizę šlaunikaulio galva buvo suskirstyta į dvi ir tris dalis – priekinę/vidurinę/užpakalinę ir priekinę/užpakalinę.

Skirstant šlaunikaulio galvą į tris dalis buvo apskaičiuotas vidutinis kontrastinės medžiagos kaupimo intensyvumo pasiskirstymas trijose šlaunikaulio galvos srityse: priekinė dalis (pr.) – pirmų 7 pjūvių verčių vidurkis; vidurinė dalis (vid.) – 8–14 pjūvių verčių vidurkis; užpakalinė dalis (gal.) – 15–21 pjūvių verčių vidurkis.

Skirstant šlaunikaulio galvą į priekinę ir užpakalinę dalis, gautas vidutinis kontrastinės medžiagos kaupimo intensyvumas, apskaičiuotas tokiu būdu: 1) priekinė dalis (pr.) – pirmų 10 pjūvių verčių vidurkis + 11 pjūvio reikšmė, padalyta iš 2; 2) užpakalinė dalis – 11 pjūvio reikšmė, padalyta iš 2, + 12–21 pjūvio verčių vidurkis.

## **Konishiike klasifikacija**

Tiriamoji grupė pagal kraujotakos tipą buvo suskirstyta remiantis 1999 m. Konishiike atliktų tyrimų duomenimis ir pasiūlyta klasifikacijos metodika, taip pat santykinu KM kaupimo sumažėjimu, kuris lygintas su sveiko šlaunikaulio galva:

A tipo – 70–100 % sveikos galvos kraujotakos,

B tipo – 30–70 % sveikos galvos kraujotakos,

C tipo – <30 % sveikos galvos kraujotakos.

## **Rezultatai**

### **Kokybinė KM kaupimo analizė**

Lyginant sveikos ir lūžusio šlaunikaulio kaklo galvos kokybinius KM kaupimo skirtumus, buvo įvertinta KM maksimalios reikšmės padėtis laiko ir pjūvio atžvilgiu. Naudojant MSTAT testą ir jo grafinę posistemį, buvo nustatyta, kad lūžusio šlaunikaulio galvoje KM maksimalių reikšmių pasiskirstymas skiriasi nuo sveikos galvos, sumažėjant KM kaupimui centrinėje galvos dalyje ir padidėjant priekinėje galvos dalyje ( $p = 0,021$ ).

Skirtingais laikotarpiais buvo įvertinti santykiniai KM kaupimo vidurkiai priekinėje ir užpakalinėje galvos dalyse ir palyginti kaupimo tipų pokyčiai, lyginant su sveika šlaunikaulio galva. Atskirais laikotarpiais 30,9–52,4 % atvejų kitimai buvo tūrinio pobūdžio, KM kaupimas mažėjo, kai abiejose galvos pusėse koncentracija krito netolygiai, likusiais atvejais KM kaupimo tipas nesikeitė.

### **Kiekybinė KM kaupimo analizė**

Kiekybinė KM analizė buvo įvertinta trijų dalių šlaunikaulio galvos modelyje priklausomai nuo lūžio poslinkio, vertinant pagal AO klasifikaciją. Pateiktos analizės rezultatai rodo, kad lyginant 31-B2 tipo lūžius su 31-B1 ir 31-B3 tipo lūžiais, atitinkamais laikotarpiais matoma,

kad statistiškai patikimai intensyviau kontrastinė medžiaga kaupiama užpakalinėje galvos dalyje. Lyginant B1 su B2 tipo lūžius, matoma, kad kontrastinės medžiagos vidurinėje galvos dalyje kaupiama kur kas daugiau, bet tai nereikšminga lyginant B2 ir B3 tipo lūžius.

### **Revizinių operacijų analizė**

Stebėjimo laikotarpiu buvo atliktos aštuonios revizinės operacijos. Vidutinis stebėjimo laikotarpis siekė 24,7 (95 % PI 20,1–29,2), mediana – 21,8, ribos – 0,6–47,7 mėn.

Suminis revizinių operacijų dažnis po 1 mėn. buvo 2,38 % (95 % PI 0,3–15,7), 3 mėn. – 4,76 % (95 % PI 1,2–17,7 %), 6 mėn. – 7,14 % (95 % PI 2,3–20,5), 12 mėn. – 9,52 % (95 % PI 3,7–23,4), po 24 mėn. – 22,01 % (11,5–39,7 %).

Buvo įvertintas suminis revizinių operacijų dažnis sugrupuojant pacientus pagal Konishiike pasiūlytą klasifikaciją. Pagal šią klasifikaciją pacientai pasiskirstė taip: A tipo – 4 (9,5 %), B – 25 (59,5 %), C – 13 (31,0 %). Suminis revizinių operacijų dažnis, esant A tipo lūžiams, buvo 0,0 % po 24 mėn., B tipo lūžiams – po 6 ir 12 mėn. siekė 4,0 % (95 % PI 0,6–25,2), 24 mėn. – 18,7% (95% PI 7,3–35,4), C tipo lūžiams po 1 ir 3 mėn. – 7,7 % (95 % PI 1,1–43,4), 6 mėn. 10,0 % (95 % PI 4,1–48,8), 12 mėn. – 23,1 % (95 % PI 8,1–55,8), 24 mėn. – 35,6 (95 % PI 14,5–71,8). Ši analizė parodė, kad, mažėjant KM kaupimo rodikliams, revizinių operacijų dažnis didėja, bet patikimo skirtumo nestebėta ( $p = 0,24$ ).

Papildomai įvertinta revizijų dažnio priklausomybė nuo santykinio kraujotakos sumažėjimo pažeistoje šlaunikaulio galvoje vertinant ne Konishiike pasiūlytu grupavimo metodu, o surandant minimalų rodiklį, kuriam esant nebuvo atlikta revizinių operacijų. Nustatytas minimalus santykinės liekamosios kraujotakos rodiklis  $\Rightarrow 55$  %. Tuo remiantis pacientai buvo suskirstyti į dvi grupes: I gr. (KM kaupimas  $>55$  %) – 13 pacientų / 0 revizinių operacijų; II gr. (KM kaupimas  $<55$  %) – 29 pacientai, kuriems atliktos 8 revizinės operacijos. Vertinant revizijų dažnį tarp I ir II grupės, buvo gautas patikimas skirtumas ( $p = 0,035$ ).

## **Išvados**

1. Sveiko šlaunikaulio galvoje maksimalių kontrastinės medžiagos kaupimo reikšmių pasiskirstymas yra intensyviausias centrinėje ir užpakalinėje dalyse.
2. Lūžusio šlaunikaulio galvoje maksimalių kontrastinės medžiagos kaupimo reikšmių pasiskirstymas yra intensyviausias priekinėje ir užpakalinėje galvos dalyse.
3. Kokybiniai kontrastinės medžiagos kaupimo skirtumai lūžusio šlaunikaulio galvoje, lyginant su sveiko šlaunikaulio galva, patikimai skiriasi, jam vyraujant priekinėje ir užpakalinėje galvos dalyse.
4. Santykiniai kiekybiniai tūriniai kontrastinės medžiagos kaupimo skirtumai atsižvelgiant į lūžgalių dislokaciją, labiausiai išryškėja vidurinėje ir užpakalinėje galvos dalyse.
5. Kontrastinės medžiagos kaupimo sumažėjimas lūžusio šlaunikaulio kaklo galvoje skirtingais vertinimo laikotarpiais 30,9-52,4 % atvejų buvo tūrinio pobūdžio.
6. Pacientų grupėje, kurių stebėta santykinė liekamoji kraujotaka buvo didesnė nei 55%, nebuvo atlikta revizinių operacijų. Kai santykinis kontrastinės medžiagos kaupimas sudaro mažiau nei 55% - prognostiniu požiūriu indikuotina pirminio endoprotezavimo operacija.
7. Remiantis gautais tyrimo rezultatais manytina, kad lūžius, prognostiniu chirurginio gydymo požiūriu, tikslinga skirstyti remiantis nustatytu ribiniu (55%) santykinio kontrastinės medžiagos kaupimo rodikliu.

## **Praktinės rekomendacijos**

Atliekant tolesnius klinikinius tyrimus reikėtų įvertinti tūrinių kraujotakos pokyčių prognostinę reikšmę. Ją padidintų kartu pritaikyti invaziniai tyrimo metodai, tokie kaip intrakapsulinio slėgio matavimai ar superselektyvi angiografija, kurie leistų pagal kraujotakos pakitimo tipus šlaunikaulio galvoje diferencijuoti tarp avaskuliarizacijos, venostazės arba mišraus pažeidimo.

Šie nauji kokybiniai analizės modeliai taip pat galėtų būti taikomi tolesniuose klinikiniuose tyrimuose susijusiuose su degeneracinių pokyčių (klubo sąnario artrozės) ar šlaunikaulio galvos aseptine nekroze.

## **Trumpa informacija apie autorių**

Jaunius Kurtinaitis gimė 1975 m. kovo 2 d. Vilniuje. Baigęs Vilniaus 41-ąją vidurinę mokyklą, studijavo Vilniaus universiteto Medicinos fakultete. Medicinos gydytojo diplomą įgijęs 2000 m. savo studijas tęsė vienerių metų internatūroje. Medicinos specializacijos studijas J. Kurtinaitis tęsė ortopedijos-traumatologijos rezidentūroje. 2005 m. jis įgijo gydytojo ortopedo-traumatologo kvalifikaciją. Nuo 2005 m. dirba Respublikinėje Vilniaus greitosios pagalbos universitetinėje ligoninėje, VšĮ Centro poliklinikoje ir UAB „Northway medicinos centrai“ gydytoju ortopedu-traumatologu. Daktaro disertaciją J. Kurtinaitis rengė Vilniaus universiteto Medicinos fakultete 2008–2013 m. Svarbiausia jo mokslinio darbo kryptis – šlaunikaulio proksimalinio galo lūžių gydymo rezultatai ir naujų tyrimo metodų paieška vertinant šlaunikaulio galvos kraujotaką po šlaunikaulio kaklo lūžio. Nuo 2004 m. J. Kurtinaitis – aktyvus Lietuvos traumatologų-ortopedų draugijos (LTOD) narys, nuo 2012 m. – LTOD valdybos narys. Su bendraautoriais yra paskelbęs aštuonis mokslinius straipsnius recenzuojamuose tarptautiniuose ir Lietuvos mokslo leidiniuose, skaitęs keturis pranešimus tarptautinėse konferencijose ir dešimt LTOD organizuotuose renginiuose.