

Research Paper

Frequency of Postoperative Acute Kidney Injury and its Related Risk Factors in Patients Undergoing Major Orthopedic Surgery in Rasht, Iran



Ali Ashraf¹, Pegah Aghajanzadeh², Niloufar Hamedi¹, Maliheh Akbarpour^{3*}

1. Clinical Research Development Unit, School of Medicine, Poursina Hospital, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.
2. Urology Research Center, School of Medicine, Razi Hospital, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.
3. Otorhinolaryngology Research Center, School of Medicine, Amir al-Momenin Hospital, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.



Citation Ashraf A, Aghajanzadeh P, Hamedi N, Akbarpour M. [Frequency of Postoperative Acute Kidney Injury and its Related Risk Factors in Patients Undergoing Major Orthopedic Surgery in Rasht, Iran (Persian)]. *Journal of Guilan University of Medical Sciences*. 2023; 32(1):54-65. <https://doi.org/10.32598/JGUMS.32.1.1804.2>

doi <https://doi.org/10.32598/JGUMS.32.1.1804.2>



Received: 10 Sep 2022

Accepted: 18 Dec 2022

Available Online: 01 Apr 2023

Keywords:

Acute kidney injury, Orthopedic surgery, Creatinine, Risk factor, Anesthesia

ABSTRACT

Background Patients who undergo major orthopedic surgery are at risk of acute kidney injury (AKI) due to blood loss, electrolyte disorders, infection, and other co-morbidities. In this study, we aim to investigate the frequency of AKI and its risk factors in patients undergoing major orthopedic surgery in Rasht, Iran.

Objective This is an analytical cross-sectional study on 180 patients undergoing major orthopedic surgery. Those with a history of chronic kidney disease and dialysis were excluded.

Methods The data including patients' age, gender, drug history, history of underlying diseases, duration of surgery, mean arterial pressure during and after surgery, and use of inotrope during and after surgery, and creatinine level before and after the surgery.

Results The mean age of patients was 47.3±22.8 years. The incidence of AKI was 11.11%. The use of some drugs, duration of surgery, MAP, and inotrope use had no significant relationship. The occurrence of AKI had a significant relationship with the history of heart disease, diabetes, and kidney disease. Multiple linear regression analysis results showed that with the increase of one unit in preoperative creatinine level, the postoperative creatinine level increased by 0.3.

Conclusion The incidence of AKI after major orthopedic surgery in Rasht city is relatively high. Careful monitoring of kidney function before, during, and after major orthopedic surgery is important; it can prevent the occurrence of postoperative AKI.

*** Corresponding Author:**

Maliheh Akbarpour

Address: Otorhinolaryngology Research Center, School of Medicine, Amir al-Momenin Hospital, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.

Tel: +98 (911) 3259841

E-Mail: akbarpour_malihe@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

Acute kidney injury (AKI) refers to a sudden loss of kidney function with the increase of serum creatinine level (a marker of kidney function) and reduction of urinary output or oliguria (a marker of urine production) and lasts 7 days [1]. The risk factors of AKI include age, history of kidney disease, left ventricular ejection fraction <35%, cardiac index <1.7 L/min/m², hypertension, peripheral vascular disease, diabetes mellitus, emergency surgery, and type of surgery [12, 13]. Since orthopedic surgeries have increased in recent years and due to the effect of these surgeries on the occurrence of

AKI, we aim to determine the frequency and risk factors of AKI in patients undergoing major orthopedic surgery.

Methods

In this analytical cross-sectional study, 180 patients undergoing major orthopedic surgery in Rasht, Iran participated. The sample size was determined based on the study of Hennrikus et al. [16] considering the frequency of AKI in orthopedic surgeries. Patients were examined in terms of the frequency of AKI (sudden renal failure with at least one of the following characteristics: an increase of at least 0.3 mg/dL in serum creatinine level, 50% increase in serum creatinine level compared to the baseline level within 8-24 hours, urinary output <0.5 cc/kg/h for more than 6 hours) after surgery and related risk factors were

Table 1. Comparison of demographic-clinical factors in two groups of with and without AKI after major orthopedic surgery

Variables	Mean±SD/No. (%)			P
	With AKI (n=20)	Without AKI (n=160)	Total (n=180)	
Age	58.3±22.7	46±22.5	47.3±22.8	0.022 [†]
Gender	Male	14(70)	117(73.1)	0.767 [*]
	Female	6(30)	43(26.9)	
NSAIDs	6(30)	31(19.4)	37(20.6)	0.255 ^{**}
AB	0(0)	10(6.3)	10(5.6)	0.605 ^{**}
ACEIs	3(15)	13(8.1)	16(8.9)	0.394 ^{**}
ARBs	6(30)	36(22.5)	42(23.3)	0.574 ^{**}
HTN	9(45)	49(30.6)	58(32.3)	0.195 [*]
Heart disease	8(40)	31(19.4)	(27.1)39	0.045 ^{**}
DM	9(45)	24(15)	33(18.3)	0.003 ^{**}
Kidney disease	11(55)	17(10.6)	28(15)	0.001 ^{**}
Inotropes	4(20)	19(11.9)	23(12.8)	0.294 ^{**}
MAP	88.8±6.9	88.3±8.2	88.4±8	0.670 [†]
Duration of surgery	2.1±0.9	2.3±1.1	2.3±1.1	0.417 [†]
Preoperative Cr	0.8±0.3	1.0±0.3	0.9±0.3	0.143 [†]
Postoperative Cr	1.6±1.1	0.9±0.2	1.0±0.5	0.001 [†]
Cr change	1.1±0.7	0.2±0.1	0.5±0.0	0.00 [†]

^{*}Chi-square test; ^{**}Fisher's exact test; [†]Mann-Whitney U test; Cr: creatinine, HTN: hypertension, DM: diabetic mellitus, MAP: mean arterial pressure, AB: antibiotic

investigated. Major orthopedic surgery refers to a surgery that takes more than one hour or the patient loses about 500 cc of blood. Patients who had a history of chronic kidney disease, abnormal creatinine level before surgery (>1.5), dialysis, or incomplete medical records were excluded from the study. For sampling, gradual sampling method was used.

Results

Of 180 patients, 131 (72.8%) were male. Twenty patients (11.11%) had AKI after major orthopedic surgery, of whom 14 (70%) were male. [Table 1](#) shows the results of comparing demographic/clinical factors in two groups of with and without AKI after major orthopedic surgery. The use of non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), antibiotics, angiotensin-converting enzyme inhibitors (ACEIs), and angiotensin receptor blockers (ARBs) had no significant relationship with the occurrence of AKI ($P>0.05$). Regarding the underlying diseases, the results showed the significant relationship of the history of heart disease, diabetes, and kidney disease with AKI. However, no significant relationship between high blood pressure and AKI was reported ($P=0.195$). According to the results of linear regression analysis, the creatinine level before surgery had a significant relationship with the creatinine level after surgery, such that with the increase of one unit in preoperative creatinine level, the postoperative creatinine level increased by 0.3 ($B=0.29$, $P=0.024$).

Discussion

The AKI is associated with a decrease in glomerular filtration rate and can lead to chronic kidney disease or end-stage renal disease. Its prevalence is increasing rapidly and it has a long-term impact on health. The treatment costs of this injury are very high which imposes a heavy burden on the healthcare system [17]. According to the results of this study, the incidence of AKI after major orthopedic surgeries in Rasht city was 11.11%. In a study conducted by Jin Lee et al. in 2021, on the risk factors of AKI after hip and knee joint replacement surgeries, 3.7% of 351 patients had AKI [14]. In other studies [18, 19], the prevalence of AKI after orthopedic surgery was in the ranges of 0.55-1.8%. The reported incidence of AKI in these studies was lower than in our study. The higher rate of AKI in our study is probably because we used the AKI network (AKIN) criteria to diagnose AKI, which has a higher sensitivity than other systems; this criteria was used before the appearance of clinical symptoms of AKI. Farrow et al. [23] in 2022 investigated the prevalence of AKI in patients who underwent lower limb arthroplasty. They reported that three factors of diabetes, chronic kid-

ney disease and male gender had a significant relationship with AKI. In our study, AKI incidence had also a significant relationship with diabetes. The incidence AKI after major orthopedic surgeries was higher in our study compared to that in previous studies. In this study, preoperative creatinine level, old age, diabetes, and kidney disease had a significant relationship with the incidence of AKI after surgery. It is possible to prevent the occurrence of postoperative AKI by paying attention to these risk factors and more careful monitoring of patients at risk before, during and after major orthopedic surgery.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The study was approved by the Ethical Committee of [Guilan University of Medical Sciences](#) (IR.GUMS.REC.1401.130) and complied with the rules delineated in the Helsinki Declaration

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

Conceptualization and design of the study: Ali Ashraf, Pegah Aghajanzadeh and Niloofar Hamed; Acquisition, analysis and interpretation of data and statistical analysis: Ali Ashraf; Drafting of the manuscript: Ali Ashraf, Niloofar Hamed, Pegah Aghajanzadeh and Maliheh Akbarpour; Critical revision of the manuscript for important intellectual content: Ali Ashraf and Maliheh Akbarpour.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to thank the patients for taking part in this study.

مقاله پژوهشی

فراوانی آسیب حاد کلیوی پس از جراحی ارتوپدی مازور و عوامل خطر مرتبط با آن

علی اشرف^۱، پگاه آقاجانزاده^۲، نیلوفر حامدی^۱، ملیحه اکبرپور^۳

۱. واحد توسعه تحقیقات بالینی، دانشکده پزشکی، بیمارستان پورسینا، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
۲. مرکز تحقیقات ارولوژی و نفرولوژی، دانشکده پزشکی، بیمارستان رازی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
۳. مرکز تحقیقات بیماری‌های گوش و حلق و بینی، دانشکده پزشکی، بیمارستان امیرالمومنین، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.



Citation Ashraf A, Aghajanzadeh P, Hamed N, Akbarpour M. [Frequency of Postoperative Acute Kidney Injury and its Related Risk Factors in Patients Undergoing Major Orthopedic Surgery in Rasht, Iran (Persian)]. *Journal of Guilan University of Medical Sciences*. 2023; 32(1):54-65. <https://doi.org/10.32598/JGUMS.32.1.1804.2>

doi <https://doi.org/10.32598/JGUMS.32.1.1804.2>

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۹ شهریور ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش: ۲۷ آذر ۱۴۰۱
تاریخ انتشار: ۱۲ فروردین ۱۴۰۲

زمینه: بیماری‌هایی که تحت اعمال جراحی بزرگ ارتوپدی قرار می‌گیرند، به دلیل از دست دادن خون، اختلالات الکترولیتی، عفونت و وجود سایر بیماری‌های همراه در ریسک ابتلا به آسیب حاد کلیوی هستند. در این مطالعه، فراوانی و عوامل خطر بروز آسیب حاد کلیوی بررسی شد.

هدف و روش‌ها: این پژوهش مقطعی تحلیلی با حجم نمونه ۱۸۰ نفر انجام شد. جامعه مورد مطالعه بیماران تحت عمل جراحی ارتوپدی بودند. معیارهای خروج شامل سابقه بیماری مزمن کلیه و سابقه دیالیز بود. اطلاعات بیمار شامل سن، جنسیت، سابقه دارویی، سابقه بیماری زمینهای، تغییرات کراتینین، مدت زمان جراحی، حداقل فشار متوسط شریانی حین و بعد از عمل و استفاده از اینوتروپ در حین و بعد از عمل و سطح کراتینین اندازه‌گیری و ثبت شد.

یافته‌ها: میزان بروز آسیب حاد کلیوی ۱۱/۱۱ درصد بود. میانگین سنی بیماران ۴۷/۳±۲۲/۸ سال بود. بین مصرف برخی داروها، مدت زمان جراحی، حداقل فشار متوسط شریانی و مصرف اینوتروپ رابطه معناداری مشاهده نشد. بروز آسیب حاد کلیوی با سابقه بیماری قلبی، دیابت و سابقه بیماری کلیوی ارتباط معناداری داشت. رگرسیون خطی چندگانه نشان داد با هر واحد افزایش کراتینین قبل از عمل و وجود بیماری کلیوی قبل از عمل، کراتینین بعد از عمل ۰/۳ افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری: بروز نارسایی حاد کلیه پس از جراحی ارتوپدی نسبتاً زیاد است. نظارت دقیق بر عملکرد کلیه قبل، حین و بعد از جراحی مهم است و می‌تواند از بروز نارسایی حاد کلیه بعد از جراحی جلوگیری کند.

کلیدواژه‌ها:

آسیب حاد کلیه، جراحی ارتوپدی، کراتینین، عوامل خطر، بیهوشی

* نویسنده مسئول:

ملیحه اکبرپور

نشانی: رشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، بیمارستان امیرالمومنین، دانشکده پزشکی، مرکز تحقیقات بیماری‌های گوش و حلق و بینی.

تلفن: ۳۲۵۹۸۴۱ (۹۱۱) ۹۸+

رایانامه: akbarpour_malihe@yahoo.com

مقدمه

تعیین فراوانی و عوامل خطر آسیب حاد کلیوی در بیمارانی که تحت اعمال جراحی ارتوپدی مازور قرار گرفته‌اند، می‌پردازد.

روش‌ها

در این مطالعه تحلیلی مقطعی، حجم نمونه با استناد به مطالعه هنریکوس و همکاران [۱۶] مبتنی بر فراوانی وقوع آسیب حاد کلیوی در جراحی‌های ارتوپدی برابر با ۱۱ درصد، با اطمینان ۹۵ درصد و در نظر گرفتن حد اشتباه برآورد نسبی ۱۰ درصد، به تعداد ۴۰ نفر محاسبه شد و باتوجه به وجود ۷ متغیر زمینه‌ای و مداخله‌گر با افزودن ۲۰ نمونه به ازای هر متغیر، حجم نمونه نهایی برابر با ۱۸۰ نفر تعیین شد. این ۱۸۰ بیمار که از فروردین تا انتهای مرداد سال ۱۴۰۱ در بیمارستان پورسینای شهر رشت، تحت جراحی‌های ارتوپدی مازور قرار گرفتند، از نظر فراوانی آسیب حاد کلیوی (اختلال ناگهانی عملکرد کلیه) با حداقل یکی از ویژگی‌های معیار (افزایش حداقل ۰/۳ میلی گرم بر دسی لیتر در کراتینین سرم، یا افزایش ۵۰ درصدی کراتینین سرم نسبت به مقدار پایه طی ۸-۲۴ ساعت، یا کاهش برون‌ده ادراری به کمتر از ۰/۵ سی سی/کیلوگرم/ساعت به مدت بیشتر از ۶ ساعت بعد از عمل جراحی و عوامل خطر مرتبط با آن) بررسی شدند.

جراحی ارتوپدی مازور به جراحی‌هایی اطلاق می‌شود که مدت زمان عمل آن بیشتر از ۱ ساعت طول بکشد یا بیمار طی آن حدود ۵۰۰ سی سی خون از دست بدهد. بیمارانی که سابقه مشکلات مزمن کلیوی و کراتینین غیرنرمال قبل از عمل ($1/5 <$) و دیالیز داشتند یا اطلاعات پرونده‌شان ناقص بود، از مطالعه خارج شدند. روش نمونه‌گیری در این مطالعه از نوع تدریجی بود.

متغیرهایی که در این مطالعه بررسی شدند، عبارت بودند از: سن، جنسیت، سابقه مصرف داروهایی مانند مسدودکننده‌های گیرنده آنژیوتانسین^۴، بازدارنده‌های آنزیم مبدل آنژیوتانسین^۵، آنتی‌بیوتیک‌ها^۶ و داروهای ضدالتهاب غیراستروئیدی^۷ قبل و بعد از جراحی، سابقه ابتلای بیمار به بیماری‌های زمینه‌ای مانند فشارخون بالا (فشار خون بالای ۱۴۰/۱۰۰ میلی متر جیوه)، بیماری‌های قلبی و دیابت، تغییرات کراتینین در یافته‌های آزمایشگاهی، سابقه آسیب حاد کلیوی قبلی، مدت زمان جراحی، حداقل فشار متوسط شریانی^۸ بیمار حین و بعد از عمل و استفاده از اینوتروپها حین و بعد از عمل. فشار متوسط شریانی براساس فشار خون‌های سیستولیک^۹ و دیاستولیک^{۱۰} و با استفاده از فرمول شماره ۱ محاسبه شد:

$$1. MAP = (SBP + 2DBP) / 3$$

4. Angiotensin receptor blocker (ARB)
5. Angiotensin-converting-enzyme inhibitor (ACEI)
6. Antibiotics (AB)
7. Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs)
8. Mean arterial pressures (MAP)
9. Systolic blood pressure (SBP)
10. Diastolic blood pressure (DBP)

آسیب حاد کلیوی^۱ به از دست رفتن ناگهانی عملکرد کلیه با افزایش سطح کراتینین سرم (نشانگر عملکرد دفع کلیه) و کاهش برون‌ده ادراری یا الیگوری (نشانگر کمی تولید ادرار) که ۷ روز طول بکشد، اطلاق می‌شود. از نظر کراتریای عملکردی افزایش بیش از ۵۰ درصد در کراتینین طی ۷ روز یا افزایش کراتینین بیش از ۰/۳ میلی گرم در دسی لیتر در طی ۲ روز یا اولیگوری بیش از ۶ ساعت به عنوان آسیب حاد کلیوی در نظر گرفته می‌شود [۱]. تغییرات کراتینین سرم درجات مختلفی از در معرض خطر بودن کلیه، آسیب کلیه، نارسایی کلیه، از دست رفتن کلیه و مرحله پایانی^۲ بیماری کلیوی را شامل می‌شود. تغییرات برون‌ده ادراری نیز می‌تواند معیاری برای تشخیص آسیب حاد کلیوی باشد، اما به طور گسترده استفاده نمی‌شود [۲].

آسیب حاد کلیوی تأثیر زیادی بر پیامدهای بالینی و هزینه‌های درمانی دارد [۳، ۴]. برای مثال، افزایش شیوع آسیب حاد کلیه، شیوع بیماری مزمن کلیه را نیز افزایش می‌دهد. همچنین بیماران مبتلا به بیماری مزمن کلیه^۳ به واسطه مصرف داروهای نفروتوکسیک یا شرایط فیزیولوژیکی که دارند، در معرض خطر بالاتری از آسیب حاد کلیوی بعد از عمل جراحی هستند [۵]. آسیب حاد کلیوی بعد از عمل جراحی، عارضه‌ای جدی است که با افزایش خطر بستری مجدد، پیشرفت بیماری مزمن کلیوی و کاهش شانس بقای طولانی مدت بیمار همراه است [۶، ۷]. براساس گزارشات مطالعات پیشین، با مراقبت‌های به موقع و مؤثر می‌توان در بعضی شرایط از بروز آسیب حاد کلیوی جلوگیری کرد یا از پیامدهای بالینی آن کاست [۸-۱۰] و این مهم با شناسایی عوامل خطر آسیب حاد کلیوی انجام پذیر است [۱۱]. ریسک فاکتورهای زیادی در بروز و پیشرفت آسیب حاد کلیوی دخیل هستند که از جمله آنان می‌توان به سن، سابقه بیماری کلیوی، کسر جهشی بطن چپ کمتر از ۳۵ درصد، هایپرتانسیون، بیماری عروق محیطی، دیابت ملیتوس، جراحی‌های اورژانسی، نوع جراحی [۱۲]، شاخص توده بدنی بالا، و بالا بودن کراتینین سرم قبل از عمل جراحی [۱۳] اشاره کرد.

مطالعاتی در مورد بروز آسیب حاد کلیوی بعد از جراحی‌های ارتوپدی وجود دارد، درحالی که بیمارانی که تحت این گونه جراحی‌ها قرار می‌گیرند؛ به علت کوموربیدیتی‌ها، از دست دادن حجم بالایی از خون و پیشرفت عفونت قبل از انجام عمل جراحی در معرض خطر بالای ابتلا به اختلال عملکرد کلیوی قرار دارند [۱۴، ۱۵]. از آنجایی که جراحی‌های ارتوپدی، در سال‌های اخیر افزایش یافته است و همچنین به علت تأثیری که این نوع جراحی می‌تواند در بروز آسیب حاد کلیوی داشته باشد، این مطالعه به

1. Acute kidney injury (AKI)
2. End stage
3. Chronic kidney disease (CKD)

انحراف معیار استفاده شد. در صورتی که داده‌ها از توزیع نرمال پیروی نمی‌کردند، از آزمون ناپارامتریک من ویتنی^{۱۲} و برای بررسی ارتباط متغیرهای کیفی با متغیرهای نشان‌دهنده آسیب حاد کلیوی، از آزمون کای‌دو^{۱۳} استفاده شد. به منظور کنترل اثر متغیرهای زمینه‌ای و مداخله‌گر نیز از روش رگرسیون خطی چندگانه استفاده شد. سطح معناداری نیز در این مطالعه، کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه ۱۸۰ نفر مطالعه شدند که ۱۳۱ نفر آنان (۷۲/۸ درصد) مرد و مابقی زن بودند. از مجموع این ۱۸۰ نفر، ۲۰ نفر (۱۱/۱۱ درصد) بعد از جراحی مازور ارتوپدی دچار آسیب حاد کلیوی شدند که اکثریت آن‌ها یعنی ۱۴ نفر (۷۰ درصد) مرد بودند (فاصله

و به ۳ دسته زیر ۷۰ میلی‌متر جیوه، ۷۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر جیوه و بالاتر از ۱۰۰ میلی‌متر جیوه تقسیم شد. مدت‌زمان جراحی نیز به ۳ دسته: کمتر از ۲ ساعت، ۲ تا ۴ ساعت و ۴ ساعت و بیشتر تقسیم‌بندی شد. کلیه نمونه‌های مورد مطالعه تا زمان ترخیص پیگیری شدند. کلیه این متغیرها از سامانه اطلاعات بیمارستان^{۱۱} و پرونده الکترونیک بیماران استخراج و توسط چک‌لیستی محقق ساخته ثبت شد.

شرکت‌کنندگان از اهداف پژوهش آگاه بودند و برای شرکت در پژوهش، اختیار داشتند. در کلیه مراحل پژوهش، اصول اخلاق در پژوهش هلسینکی مورد احترام پژوهشگران بود.

در مرحله بعد، اطلاعات جمع‌آوری‌شده با نسخه ۲۶ نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل آماری شدند. برای توصیف متغیرهای کیفی، از فراوانی و درصد و برای توصیف متغیرهای کمی از میانگین و

12. Mann-Whitney U test

13. Chi Square

11. Hospital information system (HIS)

جدول ۱. مقایسه عوامل فردی-بالینی در دو گروه با و بدون آسیب حاد کلیوی پس از جراحی ارتوپدی مازور

سطح معناداری	میانگین ± انحراف معیار / تعداد (درصد)			عوامل فردی-بالینی
	جمع (n=۱۸۰)	با آسیب حاد کلیوی (n=۲۰)	بدون آسیب حاد کلیوی (n=۱۶۰)	
۰/۰۲۲*	۳۷/۳ ± ۲۲/۸	۵۸/۲ ± ۲۲/۷	۴۶/۰ ± ۲۲/۵	سن
۰/۷۶۷*	۱۳۱ (۷۲/۸)	۱۴ (۷۰/۰)	۱۱۷ (۷۳/۱)	مرد
	۴۹ (۲۷/۲)	۶ (۳۰/۰)	۴۳ (۲۶/۹)	زن
۰/۲۵۵**	۳۷ (۲۰/۶)	۶ (۳۰/۰)	۳۱ (۱۹/۴)	داروهای ضد التهابی غیر استروئیدی
۰/۶۰۵**	۱۰ (۵/۶)	۰ (۰/۰)	۱۰ (۶/۳)	آنتی بیوتیک
۰/۳۹۴**	۱۶ (۸/۹)	۳ (۱۵/۰)	۱۳ (۸/۱)	داروهای بازدارنده آنزیم مبدل آنژیوتانسین
۰/۵۷۴**	۴۲ (۲۳/۳)	۶ (۳۰/۰)	۳۶ (۲۲/۵)	داروهای مسدودکننده گیرنده آنژیوتانسین
۰/۱۹۵*	۵۸ (۳۲/۲)	۹ (۴۵/۰)	۴۹ (۳۰/۶)	فشار خون
۰/۰۴۵**	۳۹ (۲۱/۷)	۸ (۴۰/۰)	۳۱ (۱۹/۴)	بیماری قلبی
۰/۰۰۳**	۳۳ (۱۸/۳)	۹ (۴۵/۰)	۲۴ (۱۵/۰)	دیابت
۰/۰۰۱**	۲۸ (۱۵/۶)	۱۱ (۵۵/۰)	۱۷ (۱۰/۶)	سابقه بیماری کلیوی
۰/۲۹۴**	۲۳ (۱۲/۸)	۴ (۲۰/۰)	۱۹ (۱۱/۹)	مصرف اینوتروپ
۰/۶۷۰*	۸۷/۴ ± ۸/۰	۸۷/۸ ± ۶/۹	۸۷/۳ ± ۸/۲	فشار خون متوسط
۰/۴۱۷*	۲/۳ ± ۱/۱	۲/۱ ± ۰/۹	۲/۳ ± ۱/۱	مدت‌زمان جراحی
۰/۱۴۳*	۰/۹ ± ۰/۳	۰/۸ ± ۰/۳	۱/۰ ± ۰/۳	کراتینین قبل از عمل
۰/۰۰۱*	۱/۰ ± ۰/۵	۱/۶ ± ۱/۱	۰/۹ ± ۰/۲	کراتینین بعد از عمل
۰/۰۰۱*	۰/۱ ± ۰/۵	۰/۷ ± ۱/۱	۰/۲ ± ۰/۱	تغییرات کراتینین

آزمون من ویتنی یو، آزمون کای‌دو، آزمون دقیق فیشر

جدول ۲. ارتباط کراتینین قبل و بعد از جراحی ارتوپدی پس از تعدیل عوامل فردی بالینی با استفاده از مدل رگرسیون خطی چندگانه تعدیل نشده و تعدیل شده

متغیر	مدل تعدیل نشده			مدل تعدیل شده			
	ضریب (خطای استاندارد)	فاصله اطمینان ۹۵ درصد حد پایین	فاصله اطمینان ۹۵ درصد حد بالا	سطح معنی داری	ضریب (خطای استاندارد)	فاصله اطمینان ۹۵ درصد حد پایین	فاصله اطمینان ۹۵ درصد حد بالا
سن	-۰/۰۰۱(۰/۰۰۲)	-۰/۰۰۴	-۰/۰۰۵	۰/۷۷۷			
جنس (زن/مرد)	-۰/۰۷۹(۰/۰۸۷)	-۰/۲۵۰	-۰/۰۹۲	۰/۲۶۴			
داروهای ضد التهابی غیر استروئیدی (بله/خیر)	-۰/۰۰۷(۰/۰۸۶)	-۰/۱۷۷	-۰/۱۶۴	۰/۹۳۸			
آنتی بیوتیک (بله/خیر)	-۰/۰۴۲(۰/۱۶۴)	-۰/۳۶۶	-۰/۲۸۳	۰/۸۰۰			
مهارکننده آنزیم مبدل آنژیوتانسین (بله/خیر)	-۰/۰۲۹(۰/۱۵۵)	-۰/۲۷۷	-۰/۳۲۵	۰/۸۵۳			
مسدود کننده گیرنده آنژیوتانسین (بله/خیر)	-۰/۰۴۸(۰/۱۱۳)	-۰/۱۷۶	-۰/۲۷۲	۰/۶۷۳			
بیماری قلبی	۰/۰۸۱(۰/۱۰۷)	-۰/۱۳۱	-۰/۲۹۳	۰/۴۵۱			
دیابت (بله/خیر)	-۰/۰۳۲(۰/۱۰۶)	-۰/۱۷۸	-۰/۲۴۱	۰/۷۶۵			
سابقه بیماری کلیه (بله/خیر)	-۰/۲۴۷(۰/۱۰۷)	-۰/۰۲۷	-۰/۴۵۸	۰/۰۲۱	۰/۲۷۱(۰/۰۹۲)	۰/۰۸۹	۰/۴۵۳
فشار خون متوسط	-۰/۰۰۵(۰/۰۰۵)	-۰/۰۱۴	-۰/۰۰۴	۰/۲۹۷			
اینوتروپ (بله/خیر)	-۰/۰۵۷(۰/۱۰۸)	-۰/۳۷۱	-۰/۱۵۷	۰/۶۰۲			
کراتینین قبل از جراحی	-۰/۲۴۳(۰/۱۵۲)	-۰/۰۵۷	-۰/۵۴۴	۰/۱۱۲	۰/۲۹۴(۰/۱۲۹)	۰/۰۴۰	۰/۵۴۹

مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان

بالا و آسیب حاد کلیوی مشاهده نشد ($P=0/195$).

بررسی بیماران از نظر مدت زمان جراحی، متوسط فشار خون شریانی و مصرف اینوتروپها، رابطه آماری معناداری را بین این موارد با بروز آسیب حاد کلیوی نشان نداد ($P>0/05$).

همان طور که اطلاعات جدول شماره ۱ نشان می دهد کراتینین قبل از عمل در ۲ گروه بیماران با و بدون آسیب حاد کلیوی با یکدیگر تفاوت آماری معناداری نداشت ($P=0/143$)، اما پس از عمل، کراتینین در گروه با آسیب حاد کلیوی به طور معناداری افزایش یافت ($P<0/001$). همچنین تغییرات کراتینین بعد از عمل نسبت به قبل از عمل، در گروه دچار آسیب حاد کلیوی، تفاوت معناداری با گروه بدون این آسیب داشته است ($P<0/001$). براساس نتایج رگرسیون خطی، کراتینین قبل از عمل با کراتینین بعد از عمل ارتباط آماری معناداری داشته، به طوری که با افزایش یک واحد در کراتینین قبل از عمل، کراتینین پس از عمل $0/3$ واحد افزایش پیدا می کند ($B=0/29, P=0/024$). همچنین سابقه بیماری کلیوی، با کراتینین پس از عمل ارتباط آماری معناداری دارد. به این صورت که در افراد با سابقه بیماری کلیوی، کراتینین پس از عمل $0/3$ واحد افزایش پیدا می کند ($B=0/27, P=0/004$).

اطمینان ۹۵ درصد: $16/32-7/14$). این تفاوت بین جنسیت زن و مرد از نظر آماری معنادار نبود ($P=0/767$). میانگین سنی افراد مورد بررسی، $47/3 \pm 22/8$ سال بود. بزرگترین فرد در این مطالعه، ۹۴ ساله و کوچکترین فرد ۱۰ ساله بود. در مطالعه حاضر، افراد به ۴ زیرگروه سنی ۱۰ تا ۳۰ ساله، ۳۰ تا ۵۰ ساله، ۵۰ تا ۷۰ ساله و ۷۰ سال به بالا تقسیم شدند. در جدول شماره ۱ نتایج مقایسه عوامل فردی بالینی در ۲ گروه با و بدون آسیب حاد کلیوی پس از جراحی ارتوپدی ماژور ذکر شده است.

در رابطه با مصرف داروهای داروهای ضدالتهاب غیراستروئیدی، آنتی بیوتیک، داروهای مهارکننده آنزیم مبدل آنژیوتانسین و داروهای مسدود کننده گیرنده آنژیوتانسین با وقوع آسیب حاد کلیوی، نتایج این مطالعه هیچ گونه ارتباط معناداری بین مصرف داروهای یادشده با وقوع آسیب حاد کلیوی نشان نداد ($P>0/05$).

نتایج مطالعه پیش رو در مورد بررسی ارتباط بین بیماری های زمینه ای با آسیب حاد کلیوی نشان داد بین ابتلای بیمار به بیماری قلبی، دیابت و همچنین سابقه بیماری کلیوی (بیماری کلیوی مزمن و دیالیز از مطالعه خارج شدند) از نظر آماری ارتباط معنادار وجود دارد (به ترتیب با $P=0/045$ ، $P=0/003$ و $P<0/001$)، اما هیچ گونه ارتباط آماری معناداری بین فشار خون

جدول ۳. عوامل فردی-بالینی مرتبط با وقوع آسیب حاد کلیوی با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک چندگانه تعدیل نشده و تعدیل شده

متغیر	مدل تعدیل نشده			مدل تعدیل شده			
	شانس نسبی	فاصله اطمینان ۹۵ درصد حد بالا	فاصله اطمینان ۹۵ درصد حد پایین	سطح معناداری	شانس نسبی	فاصله اطمینان ۹۵ درصد حد بالا	فاصله اطمینان ۹۵ درصد حد پایین
سن	۱/۰۲	۰/۹۸	۱/۰۵	۰/۳۵۱			
جنس (مرد/زن)	۲/۳۰	۰/۶۱	۸/۷۵	۰/۲۲۱			
داروهای ضد التهابی غیر استروئیدی (بله/خیر)	۱/۹۶	۰/۵۵	۶/۹۵	۰/۲۹۶			
مهارکننده آنزیم مبدل آنژیوتانسین (بله/خیر)	۰/۳۹	۰/۰۵	۳/۲۲	۰/۳۷۸			
مسدودکننده گیرنده آنژیوتانسین (بله/خیر)	۰/۳۰	۰/۰۵	۱/۷۸	۰/۱۸۸			
بیماری قلبی (بله/خیر)	۱/۹۵	۰/۴۳	۸/۸۳	۰/۳۸۶			
دیابت (بله/خیر)	۳/۵۵	۰/۹۲	۱۳/۷۳	۰/۰۶۶			
سابقه بیماری کلیه (بله/خیر)	۷/۲۸	۲/۲۱	۲۳/۹۶	۰/۰۰۱	۲۸/۳۵	۳/۷۳	۱۰/۲۸
فشار خون متوسط	۰/۹۸	۰/۹۲	۱/۰۵	۰/۶۲۲			
اینوتروپ (بله/خیر)	۰/۹۸	۰/۲۱	۴/۵۶	۰/۹۸۰			

مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان

بیماری کلیه^{۱۵} منجر شود. شیوع آن به شدت در حال افزایش است و تأثیر طولانی مدتی برای سلامت دارد. هزینه‌های درمانی این آسیب نیز بسیار بالاست و در نتیجه بار زیادی را به سیستم بهداشتی درمانی تحمیل می‌کند [۱۷]. بروز آسیب حاد کلیوی بعد از اعمال جراحی ارتوپدی ماژور هنوز مورد سؤال است و این مطالعه با هدف تعیین فراوانی آسیب حاد کلیوی انجام شده است.

براساس نتایج این مطالعه، میزان بروز آسیب حاد کلیه بعد از جراحی‌های ارتوپدی ماژور، ۱۱/۱۱ درصد گزارش شد. لی و همکاران در مطالعه‌ای در سال ۲۰۲۱ به بررسی ریسک فاکتورهای آسیب حاد کلیوی بعد از جراحی تعویض مفصل هیپ و زانو پرداختند. در مطالعه آنان ۳/۷ درصد از ۳۵۱ بیمار مورد بررسی دچار آسیب حاد کلیه شدند [۱۴]. کاتروس و همکاران در مطالعه‌شان به بررسی اختلال عملکرد کلیه در بیمارانی که تحت جراحی ارتوپدی قرار گرفتند، پرداختند و شیوع آسیب حاد کلیه را در ۱۰۲۵ بیمار مورد مطالعه‌شان، ۸/۹ درصد گزارش کردند [۱۲].

در مطالعات دیگر [۱۳، ۱۸، ۱۹] نیز شیوع آسیب حاد کلیوی بعد از جراحی ارتوپدی نیز حدود ۵۵/۰ تا ۱/۸ درصد گزارش شده است. فراوانی آسیب حاد کلیه در تمامی مطالعات اشاره شده به نسبت مطالعه حاضر کمتر بود. احتمالاً میزان بالاتر آسیب حاد کلیه در مطالعه پیش‌رو به این دلیل است که از معیار «شبکه

در جدول شماره ۲، ارتباط کراتینین قبل و بعد از جراحی ارتوپدی پس از تعدیل عوامل فردی-بالینی با استفاده از مدل رگرسیون خطی چندگانه تعدیل نشده و تعدیل شده ذکر شده است که نشان می‌دهد سابقه بیماری کلیوی قبل از عمل و کراتینین بعد از عمل، بعد از حذف سایر متغیرها، همچنان از نظر آماری اثر معناداری دارند ($P < 0.05$).

در جدول شماره ۳ نیز به منظور بررسی ارتباط عوامل فردی-بالینی با وقوع آسیب حاد کلیوی در بیماران تحت جراحی ارتوپدی ماژور از مدل رگرسیون لجستیک چندگانه به روش ماکزیمم درست‌نمایی پس‌رونده^{۱۴} استفاده شد. سابقه بیماری کلیه با وقوع آسیب حاد کلیوی مرتبط بود. شانس نسبی وقوع آسیب حاد کلیوی در افرادی که سابقه بیماری کلیوی داشتند حدود ۱۰ برابر بود ($OR=10.28, P < 0.001$).

بحث

سندرم آسیب حاد کلیوی، سندرمی است که با از بین رفتن تدریجی فیلتراسیون گلومرولی همراه است. این بیماری، فارغ از وضعیت اقتصادی در همه کشورهای دنیا شایع است و با موربیدیتی، مورتالیتی و هزینه‌های درمانی بالا همراه است. آسیب حاد کلیوی می‌تواند به بیماری مزمن کلیه یا آخرین مرحله

روی پمپ، تزریق خون و تهویه مکانیکی طولانی مدت را از عوامل خطر مثبت مستقل برای ایجاد AKI پس از جراحی پیوند عروق کرونری^{۱۸} مطرح کرد، در حالی که سوء مصرف تریاک یک عامل محافظتی بود [۲۵].

در مطالعه حاضر بین مصرف داروهای NSAIDs, ARBs و ACEIs با بروز آسیب حاد کلیه بعد از جراحی ارتوپدی ماژور ارتباط آماری معناداری پیدا نشد. در مطالعه سهگال و همکاران مصرف داروهای ARBs و ACEIs ارتباط معناداری با بروز آسیب حاد کلیه بعد از عمل داشت. هرچند این اثر مستقل نبود. محققین این مطالعه در نتایج خود گزارش کردند که مصرف ARBs و ACEI به همراه ابتلای بیمار به دیابت ارتباط مستقیمی با بروز آسیب حاد کلیه دارد و دیابت یا مصرف ARBs و ACEIs به تنهایی با بروز آسیب حاد کلیه ارتباط آماری معناداری ندارند [۵].

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد میزان بروز آسیب حاد کلیوی بعد از جراحی های ماژور ارتوپدی نسبت به مطالعات پیشین بالاست. در این مطالعه میزان کراتینین قبل از عمل، سن بالا، بیماری دیابت و کلیوی ارتباط معناداری با بروز آسیب حاد کلیوی بعد از عمل داشت. بنابراین با توجه به عوامل خطر و با نظارت دقیق تر بیماران در معرض خطر قبل، حین و بعد از عمل جراحی می توان از بروز آسیب حاد کلیوی بعد از اعمال جراحی ماژور جلوگیری کرد.

از محدودیت های این مطالعه می توان به عدم بررسی عواملی مانند شاخص توده بدنی، برون ده ادراری، دز و مدت زمان مصرف داروها اشاره کرد. به دلیل ماهیت گذشته نگر مطالعه و وجود نواقص در پرونده بیماران، امکان بررسی دقیق و صحیح این فاکتورها وجود نداشت. توصیه می شود مطالعات بعدی به صورت آینده نگر انجام شوند.

از دیگر محدودیت های این مطالعه معیار تشخیص آسیب حاد کلیوی بود که ما در این مطالعه به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات دقیق از میزان برون ده ادراری بیماران، تغییرات کراتینین را معیار تشخیص آسیب حاد کلیوی در نظر گرفتیم. با توجه به اینکه نتایج این مطالعه نشان داد میزان بروز آسیب حاد کلیوی با سن در ارتباط است و در افراد مسن این میزان بالاتر بود و از طرفی در افراد سالمند میزان افزایش کراتینین به دلیل عدم بالانس مایعات و حجم کم توده عضلانی به تنهایی قابل استناد نیست، بنابراین برای تشخیص دقیق تر آسیب حاد کلیوی پیشنهاد می شود مطالعات آتی از معیارهای دقیق تر یا همزمان چند معیار جهت مقایسه نتایج استفاده کنند.

آسیب کلیوی حاد^{۱۶} برای تشخیص آسیب حاد کلیه که حساسیت بالاتری نسبت به بسیاری از سیستم های استفاده شده قبلی دارد، استفاده شد و این معیار برای تشخیص زود هنگام آسیب حاد کلیه قبل از بروز علائم بالینی عملکرد کلیه به کار می رود. از طرفی پاسخ استرسی عصبی غدد درون ریز و پاسخ های التهابی به جراحی و آسیب بافت همراه در ایجاد آسیب حاد کلیه حین عمل دخیل هستند که می تواند دلیل دیگری بر افزایش میزان آسیب حاد کلیه در مطالعه حاضر در مقایسه با سایر مطالعات باشد. به طور کلی، یک عدم ثبات در تعریف و معیار آسیب حاد کلیه در مطالعات مختلف مربوط به آسیب حاد کلیوی بعد از جراحی دیده می شود که می تواند علت رخداد متفاوت در مطالعات مختلف باشد [۲۰، ۲۱].

در مطالعه حاضر، معیار تشخیص آسیب حاد کلیه افزایش سطح کراتینین سرم بیش از $0/3$ میلی گرم بر دسی لیتر در نظر گرفته شد. هانس و همکاران در سال ۲۰۲۲ به بررسی آسیب حاد کلیه بعد از جراحی ارتوپدی پرداختند. در مطالعه آنان میانگین \pm انحراف معیار در گروه افراد با و بدون آسیب حاد کلیه به ترتیب $0/95 \pm 0/47$ و $0/81 \pm 0/35$ میلی گرم بر دسی لیتر بود؛ یعنی افرادی که دچار آسیب حاد کلیه بودند، سطح کراتینین سرمشان بالاتر از گروهی بود که دچار آسیب حاد کلیه نبودند. مطالعه آنان از نظر این متغیر مشابه نتایج مطالعه ما بود [۲۲].

در مطالعه ما مشخص شد بروز آسیب حاد کلیوی بعد از عمل جراحی ارتوپدی ماژور با سن ارتباط آماری معناداری دارد. در مطالعه سهگال و همکاران [۵] نیز آمده است که در سالمندی، آسیب حاد کلیه، ریسک فاکتوری مستقل برای مرگ و میر بیمارستانی محسوب می شود و با طولانی شدن مدت بستری بیماران در بخش های مراقبت های ویژه قلبی^{۱۷}، موربیدیتی بیشتر و افزایش مرگ و میر در ۶ ماه اول ارتباط دارد.

فارو و همکاران [۲۳] نیز در سال ۲۰۲۲ به بررسی آسیب حاد کلیه در بیمارانی که تحت آرتروپلاستی اندام تحتانی قرار گرفتند، پرداختند. آنان ۳ عامل دیابت، بیماری مزمن کلیه و جنسیت مرد را با آسیب حاد کلیه مرتبط دانستند. در مطالعه حاضر نیز آسیب حاد کلیه با دیابت ارتباط معناداری داشت، اما نمونه ها از نظر جنسیت تفاوتی با هم نداشتند. بیماری مزمن کلیه نیز در مطالعه ما مورد بررسی قرار نگرفت، اما بین بروز آسیب حاد کلیه در این مطالعه با سابقه بیماری کلیوی (به غیر از بیماری مزمن کلیه) ارتباط معناداری مشاهده شد. در مطالعه خیر خواه و همکاران نیز که در سال ۲۰۲۲ انجام شد عواملی همچون میزان هموگلوبین، سطح کراتینین و قند خون ناشتا قبل از جراحی به عنوان ریسک فاکتورهای آسیب حاد کلیوی مطرح شدند [۲۴]. مطالعه امینی و همکاران در سال ۲۰۱۷، سن بالا، دیابت، جراحی

16. Acute kidney injury network (AKIN)

17. Coronary Care Unit (CCU)

18. Coronary Artery Bypass Graft (CABG)

از دیگر محدودیت‌های مطالعه حاضر مدت‌زمان پیگیری بیماران بود که باتوجه‌به نوع مطالعه تنها تا زمان ترخیص بیماران مورد پیگیری قرار گرفتند. همچنین این مطالعه به‌صورت تک‌مرکزی انجام شد که پیشنهاد می‌شود جهت بررسی جامع‌تر و تعمیم بهتر نتایج، مطالعه در حجم نمونه بیشتر و به‌صورت چندمرکزی و در انواع مختلف جراحی‌ها صورت گیرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این پژوهش مقطعی تمامی اصول اخلاقی هلسینکی رعایت شد. برای شرکت‌کنندگان مداخله درمانی خارج از پروتکل مورد نیاز صورت نگرفت و اطلاعات آنان محرمانه نگه داشته شد. این مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی گیلان تصویب شد (کد اخلاق: IR.GUMS.REC.1401.130).

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی و طراحی مطالعه: علی اشرف، پگاه آقاجانزاده و نیلوفر حامدی؛ کسب، تحلیل و تفسیر داده‌ها و تحلیل آماری: علی اشرف؛ تهیه پیش‌نویس دست‌نوشته: علی اشرف، نیلوفر حامدی، پگاه آقاجانزاده و ملیحه اکبرپور؛ بازبینی نقادانه دست‌نوشته برای محتوای فکری مهم: علی اشرف و ملیحه اکبرپور.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی گیلان و کلیه همکارانی که در تهیه این مقاله با ما همکاری کردند، تشکر و قدردانی می‌کنند.

References

- [1] Kellum JA, Romagnani P, Ashuntantang G, Ronco C, Zarbock A, Anders HJ. Acute kidney injury. *Nature Reviews. Disease Primers*. 2021; 7(1):52. [DOI:10.1038/s41572-021-00284-z] [PMID]
- [2] Barasch J, Zager R, Bonventre JV. Acute kidney injury: A problem of definition. *Lancet*. 2017; 389(10071):779-81. [DOI:10.1016/S0140-6736(17)30543-3] [PMID]
- [3] Silver SA, Long J, Zheng Y, Chertow GM. Cost of acute kidney injury in hospitalized patients. *Journal of Hospital Medicine*. 2017; 12(2):70-6. [DOI:10.12788/jhm.2683] [PMID]
- [4] Riffaut N, Moranne O, Hertig A, Hannedouche T, Couchoud C. Outcomes of acute kidney injury depend on initial clinical features: A national French cohort study. *Nephrology, Dialysis, Transplantation*. 2018; 33(12):2218-27. [DOI:10.1093/ndt/gfy137] [PMID]
- [5] Sehgal V, Bajwa SJ, Sehgal R, Eagan J, Reddy P, Lesko SM. Predictors of acute kidney injury in geriatric patients undergoing total knee replacement surgery. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2014; 12(3):e16713. [DOI:10.5812/ijem.16713] [PMID]
- [6] Thakar CV. Perioperative acute kidney injury. *Advances in chronic kidney disease*. 2013; 20(1):67-75. [DOI:10.1053/j.ackd.2012.10.003] [PMID]
- [7] Dubrovskaya Y, Tejada R, Bosco J 3rd, Stachel A, Chen D, Feng M, et al. Single high dose gentamicin for perioperative prophylaxis in orthopedic surgery: Evaluation of nephrotoxicity. *SAGE Open Medicine*. 2015; 3:2050312115612803. [DOI:10.1177/2050312115612803] [PMID] [PMCID]
- [8] Meersch M, Schmidt C, Hoffmeier A, Van Aken H, Wempe C, Gerss J, et al. Prevention of cardiac surgery-associated AKI by implementing the KDIGO guidelines in high risk patients identified by biomarkers: The PrevAKI randomized controlled trial. *Intensive Care Medicine*. 2017; 43(11):1551-61. [DOI:10.1007/s00134-017-4735-y] [PMID] [PMCID]
- [9] Göcçe I, Jauch D, Götz M, Kennedy P, Jung B, Zeman F, et al. Biomarker-guided intervention to prevent acute kidney injury after major surgery: The prospective randomized bigpak study. *Annals of Surgery*. 2018; 267(6):1013-20. [DOI:10.1097/SLA.0000000000002485] [PMID]
- [10] Selby NM, Casula A, Lamming L, Stoves J, Samarasinghe Y, Lewington AJ, et al. An organizational-level program of intervention for aki: A pragmatic stepped wedge cluster randomized trial. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2019; 30(3):505-15. [DOI:10.1681/ASN.2018090886] [PMID] [PMCID]
- [11] Kashani K, Rosner MH, Haase M, Lewington AJP, O'Donoghue DJ, Wilson FP, et al. Quality improvement goals for acute kidney injury. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2019; 14(6):941-53. [DOI:10.2215/CJN.01250119] [PMID] [PMCID]
- [12] Kateros K, Doulerakis C, Galanakos SP, Sakellariou VI, Papadakis SA, Macheras GA. Analysis of kidney dysfunction in orthopaedic patients. *BMC Nephrology*. 2012; 13:101. [DOI:10.1186/1471-2369-13-101] [PMID] [PMCID]
- [13] Jafari SM, Huang R, Joshi A, Parvizi J, Hozack WJ. Renal impairment following total joint arthroplasty: Who is at risk? *The Journal of Arthroplasty*. 2010; 25(6 Suppl):49-53. [DOI:10.1016/j.arth.2010.04.008] [PMID]
- [14] Lee YJ, Park BS, Park S, Park JH, Kim IH, Ko J, et al. Analysis of the risk factors of acute kidney injury after total hip or knee replacement surgery. *Yeungnam University Journal of Medicine*. 2021; 38(2):136-41. [DOI:10.12701/yujm.2020.00542] [PMID] [PMCID]
- [15] Monfared A, Khosravi M, Orang poor R, Moosavian Roshan zamir S, Aghajani Nargesi D. Reasons of chronic renal failure in hemodialysis patients in guilan province. *Journal of Guilan University of Medical Science*. 2003; 12(46):76-83. [Link]
- [16] Hennrikus MT, Hennrikus WP, Lehman E, Hennrikus EF. Obesity, angiotensin-blocking drugs, and acute kidney injury in orthopedic surgery. *Orthopedics*. 2021; 44(2):e253-8. [DOI:10.3928/01477447-20201216-08] [PMID]
- [17] Hoste EAJ, Kellum JA, Selby NM, Zarbock A, Palevsky PM, Bagshaw SM, et al. Global epidemiology and outcomes of acute kidney injury. *Nature Reviews Nephrology*. 2018; 14(10):607-25. [DOI:10.1038/s41581-018-0052-0] [PMID]
- [18] Bell S, Davey P, Nathwani D, Marwick C, Vadiveloo T, Sneddon J, et al. Risk of AKI with gentamicin as surgical prophylaxis. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2014; 25(11):2625-32. [DOI:10.1681/ASN.2014010035] [PMID] [PMCID]
- [19] Warth LC, Noiseux NO, Hogue MH, Klaassen AL, Liu SS, Callaghan JJ. Risk of acute kidney injury after primary and revision total hip arthroplasty and total knee arthroplasty using a multimodal approach to perioperative pain control including ketorolac and celecoxib. *The Journal of Arthroplasty*. 2016; 31(1):253-5. [DOI:10.1016/j.arth.2015.08.012] [PMID]
- [20] Raimann JG, Riella MC, Levin NW. International society of nephrology's Oby25 initiative (zero preventable deaths from acute kidney injury by 2025): Focus on diagnosis of acute kidney injury in low-income countries. *Clinical Kidney Journal*. 2018; 11(1):12-9. [DOI:10.1093/ckj/sfw134] [PMID] [PMCID]
- [21] Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury. *Nephron Clinical Practice*. 2012; 120(4):c179-84. [DOI:10.1159/000339789] [PMID]
- [22] Hancı V, Özbilgin Ş, Başçı O, Ömür D, Boztaş N. Acute kidney injury after major orthopedic surgery: A retrospective study of frequency and related risk factors. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*. 2022; 56(4):289-95. [DOI:10.5152/j.aott.2022.22048] [PMID] [PMCID]
- [23] Farrow L, Smillie S, Duncumb J, Chan B, Cranfield K, Ashcroft G, et al. Acute kidney injury in patients undergoing elective primary lower limb arthroplasty. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2022; 32(4):661-5. [DOI:10.1007/s00590-021-03024-x] [PMID] [PMCID]
- [24] Kheirkhah J, Ahmadnia Z, Salari A, Dadkhah H, Modallalkar SS, Hasandokht T. Acute kidney injury after cardiac surgery in the north of Iran. *Journal of Nephropathology*. 2022; 11(1):e5. [DOI:10.34172/jnp.2022.05]
- [25] Amini S, Najafi MN, Karrari SP, Mashhadi ME, Mirzaei S, Tashnizi MA, et al. Risk factors and outcome of acute kidney injury after isolated cabg surgery: A prospective cohort study. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*. 2019; 34(1):70-5. [DOI:10.21470/1678-9741-2017-0209] [PMID] [PMCID]

This Page Intentionally Left Blank