

e-ISSN: 2345-0592 <b>Online issue</b> Indexed in <i>Index Copernicus</i>	<b>Medical Sciences</b>  Official website: <a href="http://www.medicisciences.com">www.medicisciences.com</a>	
--	--	---

## **Kidney biopsy: types, indications, contraindications, performance techniques, complications and kidney biopsy findings in patients with COVID-19**

**Justė Čemerkaitė<sup>1</sup>, Marija Ramanauskaitė<sup>1</sup>, Simona Liolytė<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Lithuanian University of Health Sciences, Medical Academy, Faculty of Medicine*

### **Abstract**

**Introduction:** kidney biopsy is a procedure in which a piece of kidney tissue is taken with the help of a long thin biopsy needle. Kidney biopsy requires extensive examination of the biopsy material, including light microscopy, immunohistochemistry, or immunofluorescence, immunoperoxidase, and electron microscopy. A kidney biopsy is performed to clarify the diagnosis of suspected kidney disease, to determine the degree of kidney damage, to select the necessary treatment. This article reviews the types of kidney biopsy, the indications for the procedure, the contraindications, the technique of the procedure, the complications of the procedure, and the kidney damage caused by Covid-19 disease.

**Aim:** to review the sources of scientific literature related to types, indications, contraindications, performance techniques, complications of kidney biopsy and kidney biopsy findings in patients with COVID-19.

**Methods:** scientific literature sources were searched in PubMed, Cochrane Library databases. During the literature review, articles related to types, indications, contraindications, performance techniques, complications of kidney biopsy and kidney biopsy findings in patients with COVID-19 were selected. Certain keywords were used for the search of the most relevant articles.

**Results:** several types of kidney biopsy are distinguished: transjugular kidney biopsy, percutaneous kidney biopsy, and laparoscopic kidney biopsy. Percutaneous kidney biopsy is usually performed under ultrasound control. The main indications for kidney biopsy are nephrotic syndrome of unknown origin, acute nephritic syndrome, and acute kidney injury of unknown origin. The most commonly mentioned contraindications are small kidneys, having only one kidney, multiple kidney cysts or kidney tumors, irreversible bleeding diathesis, severe uncontrolled hypertension, hydronephrosis, active kidney or perirenal infection, anatomical changes in the patient, biopsy around the skin, skin infection around absence of a qualified medical specialist. Bleeding-related complications or pain usually occur after a kidney biopsy. Arteriovenous fistula or (in worst case) death is much less common. Kidney biopsy of Covid-19 patients usually reveals acute tubular damage and collapsing glomerulopathy.

**Conclusions:** despite the complications associated with the procedure, a kidney biopsy is needed to make an accurate diagnosis of the disease, to determine the degree of kidney damage, and to select the appropriate treatment. The use of new technologies such as ultrasound and automated biopsy needles has simplified and improved the success and safety of the procedure and led to a reduction in the risk of complications. To date, there is disagreement about the underlying pathogenetic mechanism leading to acute renal injury in SARS-CoV-2 infection, and more detailed studies are needed.

**Keywords:** kidney biopsy, post biopsy complication, bleeding, transjugular kidney biopsy, percutaneous kidney biopsy, laparoscopic kidney biopsy, COVID-19.

## **Inkstų biopsija: rūšys, indikacijos, kontraindikacijos, atlikimo technikos, komplikacijos bei inkstų biopsijos radiniai pacientams su Covid-19**

**Justė Čemerkaitė<sup>1</sup>, Marija Ramanauskaitė<sup>1</sup>, Simona Liolytė<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, medicinos fakultetas*

### **Santrauka**

**Įvadas:** inkstų biopsija - tai procedūra, kurios metu ilgos plonos biopsinės adatos pagalba paimamas inkstų audinio gabalėlis. Atlikus inkstų biopsiją, reikalingas išsamus biopsinės medžiagos ištyrimas įskaitant šviesos mikroskopiją, imunohistochemiją arba imunofluorescenciją, ištyrimas naudojant imunoperoksidazę bei elektroninę mikroskopiją. Inkstų biopsija atliekama patikslinti įtariamą inkstų ligos diagnozę, nustatyti inkstų pažeidimo laipsnį, parinkti reikalingą gydymą. Šiame straipsnyje apžvelgiama inkstų biopsijos rūšys, procedūros indikacijos, kontraindikacijos, atlikimo technikos, procedūros komplikacijos bei Covid-19 ligos sukelti inkstų pažeidimai.

**Tikslas:** remiantis mokslinės literatūros duomenimis, apžvelgti inkstų biopsijos rūšis, indikacijas, kontraindikacijas, atlikimo technikas, komplikacijas bei inkstų biopsijos radinius pacientams su Covid-19.

**Metodai:** mokslinės literatūros šaltinių paieška buvo vykdoma „PubMed“, „Cohrane Library“ duomenų bazėse. Literatūros analizės metu buvo atrinkti straipsniai, susiję su inkstų biopsija, jos rūšimis, indikacijomis, kontraindikacijomis, atlikimo technikomis, komplikacijomis bei inkstų biopsijos radiniais pacientams su Covid-19. Paieškai buvo naudojami tam tikri raktiniai žodžiai, siekiant atrinkti aktualiausius straipsnius.

**Rezultatai:** išskiriamos kelios inkstų biopsijos rūšys: transjuguliarinė inkstų biopsija, perkutaninė inkstų biopsija ir laparoskopinė inkstų biopsija. Dažniausiai atliekama perkutaninė inkstų biopsija ultragarso kontrolėje. Pagrindinės inkstų biopsijos atlikimo indikacijos yra nežinomos kilmės nefrozinis sindromas, ūminis nefritinis sindromas bei nežinomos kilmės ūminis inkstų pažeidimas. Dažniausiai minimos kontraindikacijos yra maži inkstai, tik vieno inksto turėjimas, daugybinės inkstų cistos ar inkstų navikai, nepataisoma kraujavimo diatezė, sunki nekontroliuojama hipertenzija, hidronefrozė, aktyvi inkstų ar

perirenalinė infekcija, anatominiai inkstų pokyčiai, odos infekcija aplink biopsijos vietą, paciento atsisakymas ar nebendradarbiavimas, kvalifikuoto gydytojo specialisto nebuvimas. Po inkstų biopsijos dažniausiai pasireiškia su kraujavimu susijusios komplikacijos ar skausmas. Daug rečiau nustatoma arterioveninė fistulė ar blogiausia išeitis – mirtis. Covid-19 pacientų inkstų biopsinėje medžiagoje dažniausiai yra nustatoma ūminė kanalėlių pažeida bei kolapsuojanti glomerulopatija.

**Išvados:** nepaisant komplikacijų, susijusių su procedūra, inkstų biopsija yra reikalinga siekiant nustatyti tikslią ligos diagnozę, išsiaiškinti inkstų pažeidimo laipsnį bei parinkti tinkamą gydymą. Naujų technologijų, tokių kaip ultragarsas bei automatizuotos biopsinės adatos, naudojimas supaprastino ir pagerino procedūros sėkmę, saugumą bei lėmė komplikacijų rizikos sumažėjimą. Iki šiol nesutariama dėl pagrindinio patogenetinio mechanizmo, nulemiančio ūmią inkstų pažeidimą sergant SARS-CoV-2 infekcija, todėl reikalingi detalesni tyrimai.

**Raktažodžiai:** inkstų biopsija, komplikacijos po biopsijos, kraujavimas, transjunguliarinė inkstų biopsija, perkutaninė inkstų biopsija, laparoskopinė inkstų biopsija, Covid-19.

### Ižanga

Inkstų biopsija - tai procedūra, kurios metu ilgos plonos biopsinės adatos pagalba paimamas inkstų audinio gabalėlis, kuris vėliau tiriamas mikroskopu. Inkstų biopsija dažniausiai atliekama įtariamoms inkstų ligos diagnozei patikslinti. Taip pat jos metu galima nustatyti inkstų pažeidimo laipsnį arba nuspręsti, koks gydymas yra reikalingas. Dažniausiai atliekama perkutaninė inkstų biopsija ultragarso kontrolėje. Atlikus inkstų biopsiją, reikalingas išsamus biopsinės medžiagos ištyrimas įskaitant šviesos mikroskopiją, imunohistochemiją arba imunofluorescenciją, ištyrimas naudojant imunoperoksidazę bei elektroninę mikroskopiją [1]. Teisingai diagnozei nustatyti reikalingas patyręs gydytojas patologas. Šiame straipsnyje apžvelgiama inkstų biopsijos rūšys, procedūros indikacijos, kontraindikacijos, atlikimo technikos, procedūros komplikacijos bei Covid-19 ligos sukelti inkstų pažeidimai.

### Inkstų biopsijos rūšys

Yra kelios inkstų biopsijos rūšys: transjunguliarinė inkstų biopsija, perkutaninė inkstų biopsija ir laparoskopinė inkstų biopsija [1].

- Perkutaninė inkstų biopsija: pirmą kartą atlikta 1934 m. Šiuo metu tai yra auksinis standartas diagnozuojant inkstų ligas. Prieš perkutaninę inkstų biopsiją būtina atlikti vaizdinius tyrimus, kurie leidžia nustatyti tikslią inkstų anatominę vietą. Dažniausiai atliekama ultragarso kontrolėje. Procedūros sėkmę lemia ir gydytojo, atliksiančio procedūrą, pasiruošimas bei patyrimas [2].
- Transjunguliarinė inkstų biopsija: ši inkstų biopsija atliekama, kai yra kontraindikuotina perkutaninė inkstų biopsija. Pirmą kartą atlikta 1990 m. Ši procedūra atliekama angiografijos metu, ultragarso kontrolėje. Punktuojama dešinės pusės vidinė jungo vena, patenkama į apatinę tuščiąją veną, vėliau į inkstų veną ir iš ten specialios adatos pagalba paimama reikalinga inkstų biopsinė medžiaga [3].
- Laparoskopinė inkstų biopsija: šis biopsijos būdas reikalingas tada, kai pacientas turi vieną inkstą, kas yra kontraindikacija atlikti

perkutaninę inkstų biopsiją, arba kai paciento klinikinė būklė neleidžia biopsijos atlikti kitu būdu. Ši procedūra atliekama bendros anestezijos metu, daromi du pjūviai - vienas virš klubinės žarnos užpakalinėje pažasties linijoje, kitas priekinėje pažasties linijoje. Padarius pjūvius, randamas apatinis inksto polius, apžiūrimas inksto paviršius, tuomet paimama reikalinga biopsinė medžiaga [1].

### **Inkstų biopsijos indikacijos bei kontraindikacijos**

Perkutaninė inkstų biopsija yra pakankamai saugi medicininė procedūra, tačiau turėtų būti atliekama tik rimtai apsvačius naudą ir riziką savykį [4]. Esant ribotoms galimybėms gali būti naudojami ir kiti inkstų biopsijos metodai. Tačiau perkutaninė inkstų biopsija yra pats dažniausias ir kol kas saugiausias metodas inkstų biopsinei medžiagai paimti.

Dažniausios perkutaninės inkstų biopsijos indikacijos yra:

1. Nežinomos kilmės nefrozinis sindromas - tai yra dažniausia indikacija suaugusiųjų ir vyresnių vaikų tarpe, kai nėra žinoma tiksli liga, įtariamas idiopatinis nefrozinis sindromas [5]. Dažniausios idiopatinio nefrozinio sindromo priežastys yra minimalių pokyčių liga, židininė segmentinė glomerulosklerozė arba membraninė nefropatija [6]. Inkstų biopsija yra būtina ne tik ligos aktyvumui, bet ir jos laipsniui nustatyti. Bendra prognozė ir atsakas į gydymą dažnai priklauso nuo histologinių pažeidimų sunkumo ir jų grįžtamumo [7]. Tačiau yra patologijų, kai, esant nefroziniam sindromui, inkstų biopsija neatliekama, nors indikacijų sąrašas yra:
  - ilgus metus trunkantis cukrinis diabetas, kurio pirminis pasireiškimas yra vidutinio lygio

albuminurija (mikroalbuminurija), kuri per daugelį metų pereina į reikšmingą proteinuriją [8];

- pacientai, sergantys nefrozininiu sindromu, kuris atsiranda dėl pirminės arba antrinės amiloidozės, nes šias patologijas galima diagnozuoti mažiau invaziniu būdu (pvz.: atliekant pilvo riebalų pagalvėlių biopsiją) [9];
  - pacientai, kuriems pasireiškia steroidams jautrus nefrozinis sindromas, tada atitinkamai pakoregavus gydymą, biopsijos atlikti nereikia;
  - pacientams, kuriems nefrozinį sindromą sukėlė specifinių nesteroidinių vaistų nuo uždegimo (tokių kaip pamidronatas, penicilaminas, ličio preparatai) vartojimas. Nutraukus šiuos vaistus nefrozinis sindromas gali išlikti dar kelis metus, tačiau žinant priežastį, inkstų biopsijos atlikti nebūtina, nebent nefrozinį sindromą lydi vidutinio sunkumo ar sunkus ūminis inkstų pažeidimas [10];
  - pacientai, turintys diagnozuotą inkstų naviką. Tokiomis aplinkybėmis pradėjus naviko gydymą, dažniausiai nefrozinis sindromas išnyksta. Tačiau gydymo metu galima inkstų biopsija dėl onkologinių vaistų sukeltos kitos inkstų patologijos, kuri keičia onkologinio gydymo dozes [11];
  - pacientai su dideliu nutukimu, kurie turi lėtinę proteinuriją [12];
  - pacientai sergantys nefrozininiu sindromu, kurių kraujyje randama antifosfolipazės A2 receptorių. Šiems pacientams dažniausiai diagnozuojama pirminė membraninė nefropatija ir biopsijos atlikti nereikia [13].
2. Ūminis nefritinis sindromas - kai yra hematurija, proteinurija, dažnai hipertenzija bei inkstų funkcijos sutrikimas. Dažnai nefritinį sindromą sukelia sisteminė liga, kurios diagnozei nustatyti reikalinga inkstų biopsija [14].

3. Nežinomos kilmės ūminis inkstų pažeidimas. Dažniausios šio sutrikimo priežastys: prerenalinės priežastys, ūminė kanalėlių nekrozė ir šlapimo takų obstrukcija, kurias galima diagnozuoti kliniškai neatliekant inkstų biopsijos. Tačiau, jei pažeidimo priežastis nėra aiški, atliekama inkstų biopsija [15].

Literatūros duomenimis, yra patologijų, kurios nereikalauja inkstų biopsijos:

1. izoliuota glomerulinė hematurija. Pacientams, kuriems yra besimptomė mikrohematurija (t.y. nuolatinė mikrohematurija su dismorfiniais eritrocitais, nėra proteinurijos, normalus kreatinino kiekis kraujyje bei normalus kraujo spaudimas). Esant šiai patologijai, inkstų biopsija nereikalinga, nes pacientų prognozė šiuo atveju gera, o gydymas nuo biopsijos rezultatų nepriklauso [16];

2. izoliuota ne nefrozinio lygio proteinurija. Pacientams biopsija dažniausiai neatliekama, jei yra mažo lygio proteinurija arba albuminurija, nėra hematurijos, nesutrikusi inkstų funkcija ir nėra klinikinių sisteminės ligos, galinčios sukelti glomerulonefritą, simptomų [17].

Naujų technologijų, tokių kaip ultragarsas bei automatizuotos biopsinės adatos, naudojimas supaprastino ir pagerino procedūros sėkmę bei saugumą [18]. Dėl šios priežasties žymiai sumažėjo komplikacijų rizika. Galima atlikti daugiau saugesnių procedūrų, išlieka mažiau kontraindikacijų procedūrai. Tačiau perkutaninė inkstų biopsija nėra atliekama, esant šioms sąlygoms:

1. maži inkstai. Ultragarsu registruojami dažniausiai mažesni nei 9 cm ilgio inkstai, tačiau matuojant dydį reikia atsižvelgti į paciento ūgį bei svorį. Tokie inkstai rodo lėtinę, negrįžtamą ligą;

2. jeigu pacientas turi vieną inkstą (santykinė kontraindikacija);

3. esant daugybinėms inkstų cistoms ar inkstų navikams (santykinė kontraindikacija);

4. nepataisoma kraujavimo diatezė;

5. sunki nekontroliuojama hipertenzija (kai sistolinis kraujo spaudimas > 170 mmHg) [19];

6. hidronefrozė;

7. aktyvi inkstų ar perirenalinė infekcija;

8. anatomiciai inkstų pokyčiai (tokie kaip policistinė inkstų liga ar pasagos formos inkstai);

9. odos infekcija aplink biopsijos vietą;

10. paciento atsisakymas ar nebendradarbiavimas;

11. kai nėra kvalifikuoto gydytojo specialisto (nefrologo ar intervencinio radiologo, turinčio patirties atlikti procedūrą).

Vyresnis amžius nėra kontraindikacija inkstų biopsijai. Yra atliktų tyrimų, kurie parodė, kad perkutaninę inkstų biopsiją galima atlikti saugiai ir sėkmingai (t.y. 15 -33% atvejų nustatoma nežinoma diagnozė) [20]. Net seniems žmonėms (vyresniems nei 80 m.) inkstų biopsija gali suteikti vertingų diagnozės ir gyvenimo prognozės duomenų [21].

Vienintelis inkstas nėra absoliuti kontraindikacija atlikti perkutaninę inkstų biopsiją. Anksčiau tai laikyta absoliučia kontraindikacija, nes bijota, kad ryškus kraujavimas gali komplikuotis nefrektomija ir visos funkcionuojančios inkstų masės praradimu. Tačiau yra aprašyta atvejų, kad tokios biopsijos yra atliekamos sėkmingai, tad jei biopsija išties reikalinga, ją turėtų atlikti tik ypač patyręs specialistas [1].

### **Inkstų biopsijos komplikacijos**

Kaip ir visos intervencinės procedūros, taip ir inkstų biopsijos atlikimas gali sukelti

nepageidaujamų poveikių. Komplikacijos, susijusios su kraujavimu, tokios kaip perinefrinės hematomos susidarymas, mikroskopinė ar makroskopinė hematurija, hematokrito mažėjimas, eritrocitų masės transfuzijos poreikis, yra dažniausios po atliktos inkstų biopsijos [22]. Viena dažniausių iš jų - perinefrinės hematomos susidarymas. Daugumoje literatūros šaltinių nenurodomas hematomos dydis, todėl nėra aišku, kokio dydžio hematoma yra kliniškai reikšminga [23]. Daugumai pacientų hematoma pati savaime neturėjo jokių pasekmių [24]. Palyginus su kitų organų biopsijų atlikimu, po inkstų biopsijos yra didžiausia kraujavimo rizika. Dauguma kliniškai reikšmingų kraujavimų nustatomi po biopsijos praėjus 12–24 valandoms [22]. Sunkus kraujavimas dėl inkstų arterijos, aortos ar veninų kolateralių kliudymo pasireiškia retai. Didesnė kraujavimo rizika siejama su arterine hipertenzija, sumažėjusiu glomerulų filtracijos greičiu, anemija, nepakankamu trombocitų kiekiu, padidėjusiu INR (>1,3), vyresniu amžiumi, moteriška lytimi, didesnės biopsinės adatos naudojimu, lėtiniu ir ūminiu inkstų funkcijos nepakankamumu. Taip pat pastebėta, kad hospitalizuotiems dėl ūminio inkstų funkcijos nepakankamumo pacientams komplikacijų dažnis buvo didesnis nei liginėje negydytiems pacientams [22, 24-27]. Kraujavimo komplikacijos po inkstų biopsijos gali pasireikšti keturiose vietose:

1. galimas kraujavimas į šlapimo takus, sukiantis mikroskopinę ar didelę hematuriją ir galimą šlapimtakių obstrukciją;
2. kraujavimas į subkapsulinę erdvę, sukiantis skausmą;

3. kraujavimas į perinefrinę erdvę, lemiantis hematomos susidarymą ir galimą didelę hematokrito sumažėjimą;
4. intrarenalinis kraujavimas.

Paprastai kraujavimas sumažėja ir yra absorbuojamas per kelias dienas arba per mėnesį [28].

Kraujavimui po inkstų biopsijos mažinti gali būti vartojamas desmopresinas, tačiau jo vartojimo įrodymų nėra daug, ypač pacientams, kurių kreatinino kiekis yra padidėjęs. 2019 m. atliktas retrospektyvinis kohortinis tyrimas, siekiant įvertinti desmopresino veiksmingumą mažinant kraujavimą po perkutaninės inkstų biopsijos. Gauti rezultatai rodo, jog desmopresino negalima vartoti reguliariai prieš perkutaninę inkstų biopsiją pacientams, kuriems yra maža kraujavimo rizika, tačiau jis turėtų būti skiriamas pacientams, kuriems yra didelė kraujavimo rizika [29].

Arterioveninė fistulė yra dar viena reta komplikacija, galinti išsivystyti po perkutaninės inkstų biopsijos. Arterioveninė fistulė dažniausiai nesukelia simptomų ir nėra diagnozuojama, kadangi paprastai po inkstų biopsijos nėra atliekamas kontrolinis ultragarso tyrimas. Ši patologija aptinkama tik tada, jei pasireiškia simptomai, susiję su kraujavimu. Arterioveninė fistulė dažniau susidaro atlikus transplantuoto inksto biopsiją (10 – 16 %) nei natyvinio inksto biopsiją (3 - 5 %) [30].

Literatūros šaltiniuose taip pat dažnai minima komplikacija yra skausmas, tačiau atliekant tyrimus nebuvo taikyti vienodi skausmo vertinimo standartai, todėl jos pasireiškimo dažnis yra neaiškus [24].

Reta, tačiau pati rimčiausia komplikacija, galima po inkstų biopsijos, yra mirtis. Remiantis sisteminės apžvalgos bei metaanalizės

duomenimis, ši komplikacija pasireiškė 1 iš 12500 tiriamųjų (0,008 %) [22].

Nepaisant komplikacijų, susijusių su procedūra, inkstų biopsija yra reikalinga siekiant nustatyti tikslią ligos diagnozę bei parinkti tinkamą ligos gydymą [31].

### **Inkstų biopsijos radiniai pacientams su Covid-19 liga**

Covid-19 infekcija turi platų spektrą ekstrapulmoninių išraiškų, įskaitant ir ūminę inkstų pažeidimą [32]. Ligi šiol pataloginių tyrimų išvadų pagrindumas apsiriboja klinikinių atvejų bei autopsijų analize. New York miesto centro tyrime buvo analizuota natyvinės ir alograftinės inkstų biopsijos medžiaga 17 pacientų su konstatuota Covid-19 infekcija, net 88% tirtųjų nustatyta asocijuota ūminė inkstų pažeidima. Biopstatuose aptikta įvairios morfologinės išraiškos glomerulų ir inkstų kanalėlių patologija, tačiau SARS-CoV-2 virusas inkstų audinio ląstelėse nebuvo identifikuotas ir tiesioginio inkstus žalojančio viruso poveikio prielaida buvo atmesta suponuojant, kad pagrindinis patogenetinis mechanizmas galėtų būti citokinų medijuota audringa imuninė reakcija į patogeną [33]. Tačiau kitas tyrimas, kuriame analizuota 26 pacientų, mirusių nuo Covid-19 infekcijos komplikacijų, autopsinė medžiaga, visgi nustatyta viruso invazija inkstų kanalėlių epitelyje ir podocituose bei AKF 2, SARS-CoV-2 receptorių kiekio padidėjimas (*angl. upregulation*) inkstų audinyje [36]. Šiuo metu manoma, jog ūminio inkstų pažeidimo patogenezė yra daugiaveiksnė, todėl pagrindinė grandis joje nėra išskiriama [32]. Naujausios literatūros duomenimis, Covid-19 pacientų inkstų biopsinėje medžiagoje dažniausiai yra

nustatoma ūminė kanalėlių pažeidima bei kolapsuojanti glomerulopatija [33,35].

### **Išvados**

1. Nepaisant komplikacijų, susijusių su procedūra, inkstų biopsija yra reikalinga siekiant nustatyti tikslią ligos diagnozę, išsiaiškinti inkstų pažeidimo laipsnį bei parinkti tinkamą gydymą.
2. Naujų technologijų, tokių kaip ultragarsas bei automatizuotos biopsinės adatos, naudojimas supaprastino ir pagerino procedūros sėkmę, saugumą bei lėmė komplikacijų rizikos sumažėjimą.
3. Iki šiol nesutariama dėl pagrindinio patogenetinio mechanizmo, nulemiančio ūminę inkstų pažeidimą sergant SARS-CoV-2 infekcija, todėl reikalingi detalesni tyrimai.

### **Literatūra**

1. Ogochukwu Okoye. Renal Biopsy: Appraisal of the Methods. Submitted: January 10th 2019. Reviewed: May 8th 2019. Published: November 11<sup>th</sup> 2019. DOI: 10.5772/intechopen.86755.
2. Hogan JJ, Mocanu M, Berns JS. The native kidney biopsy: Update and evidence for best practice. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2016;11:354-362.
3. Rathod KR, Popat BA, Pandey A, Jamale TE, Hase NK, Deshmukh HL. Safety and effectiveness of transjugular renal biopsy: A single center study. *Indian Journal of Nephrology*. 2017;27:118-123. DOI: 10.4103/0971-4065.196932
4. Whittier WL, Korbet SM. Timing of complications in percutaneous renal

- biopsy. *J. Am. Soc. Nephrol.* 2004;15(1): 142-7.
5. Charles kodner, md, university of louisville school of medicine, louisville, kentucky. Nephrotic Syndrome in Adults: Diagnosis and Management. *Am Fam Physician.* 2009 Nov 15;80(10):1129-1134.
  6. O Boyer, V Baudouin, E Bérard, C Dossier, V Audard, V Guignonis, I Vrillon. *Arch Pediatr* 2017 Dec.
  7. Alexopoulos E: How important is renal biopsy in the management of patients with glomerular diseases? *Nephrol Dial Transplant* 2001;16(suppl 6):83-85.
  8. Amy K Mottl, MD, Katherine R Tuttle, MD, FASN, FACP, FNKF, George L Bakris, MD. Diabetic kidney disease: Manifestations, evaluation, and diagnosis. Nov 13, 2020.
  9. Angela Dispenzieri, MD. Clinical presentation, laboratory manifestations, and diagnosis of immunoglobulin light chain (AL) amyloidosis. Apr 2021.
  10. Alain Meyrier, MD, Jai Radhakrishnan, MD, MS. Etiology, clinical features, and diagnosis of minimal change disease in adults. Jan 13, 2020.
  11. Rosner MH, Jhaveri KD, McMahon BA, Perazella MA. Abstract of Reference 11 of „The kidney biopsy“. *CA Cancer J Clin.* 2021;71(1):47. Epub 2020 Aug 27.
  12. Fernando C Fervenza, MD, PhD, Sanjeev Sethi, MD, PhD. Focal segmental glomerulosclerosis: Pathogenesis. May 08, 2020.
  13. Laurence H Beck, Jr, MD, PhD, David J Salant, MD. Membranous nephropathy: Clinical manifestations, pathology, and diagnosis. Oct 29, 2020.
  14. Gerald B Appel, MD. Andre A Kaplan, MD. Overview of the classification and treatment of rapidly progressive (crescentic) glomerulonephritis. Sep 16, 2020.
  15. Fuiano G, Mazza G, Comi N, Caglioti A, De Nicola L, Iodice C, Andreucci M, Andreucci VE. Abstract for reference 4 of „The kidney biopsy“. *Am J Kidney Dis.* 2000;35(3):448.
  16. Rabinovitch A, Arzoumanian L, Curcio KM, et al. Urinalysis-approved guideline, 3rd ed. Clinical and Laboratory Standard Institute, 29(4), 2009 Wayne, PA. <http://www.clsi.org/source/orders/free/gp16-a3.pdf> (Accessed on March 07, 2012).
  17. Brad H Rovin, MD. Assessment of urinary protein excretion and evaluation of isolated non-nephrotic proteinuria in adults. Jan 22, 2020.
  18. Stephen M.Korbet. Percutaneous renal biopsy. Section of Nephrology, Department of Medicine, Rush Presbyterian St. Lukes Medical Center Chicago, IL. 20 August 2020.
  19. Korbet SM, Volpini KC, Whittier WL. Percutaneous renal biopsy of native kidneys: a single-center experience of 1,055 biopsies. *Am J Nephrol.* 2014;39(2):153-62. Epub 2014 2 11.
  20. William L Whittier, MD, FASN, Stephen M Korbet, MD, MACP. The kidney biopsy. Literature review current through: Apr 2021. | This topic last updated: Dec 15, 2020.



21. Moutzouris DA, Herlitz L, Appel GB, Markowitz GS, Freudenthal B, Radhakrishnan J, D'Agati VD. Renal biopsy in the very elderly. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2009;4(6):1073. Epub 2009 May 14.
22. Redfield RR, McCune KR, Rao A, Sadowski E, Hanson M, Kolterman AJ, Robbins J, Guite K, Mohamed M, Parajuli S, Mandelbrot DA, Astor BC, Djamali A. Nature, timing, and severity of complications from ultrasound-guided percutaneous renal transplant biopsy. *Transpl Int.* 2016;29(2):167-72.
23. Poggio ED, McClelland RL, Blank KN, Hansen S, Bansal S, Bombach AS, et al. Systematic review and meta-analysis of native kidney biopsy complications. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2020;15(11):1595–602.
24. Harber M. Practical nephrology. *Practical Nephrology.* 2014. 39–45 p.
25. Corapi KM, Chen JL, Balk EM, Gordon CE. Bleeding complications of native kidney biopsy: a systematic review and meta-analysis. *Am J Kidney Dis.* 2012;60(1):62–73.
26. Moledina DG, Luciano RL, Kukova L, Chan L, Saha A, Nadkarni G, et al. Kidney biopsy–related complications in hospitalized patients with acute kidney disease. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2018;13(11):1633–40.
27. Bandari J, Fuller TW, Turner RM, D'Agostino LA. Renal biopsy for medical renal disease: Indications and contraindications. *Can J Urol.* 2016;23(1):8121–6
28. Ubara Y, Kawaguchi T, Nagasawa T, Miura K, Katsuno T, Morikawa T, et al. *Kidney biopsy guidebook 2020 in Japan* [Internet]. Vol. 25, *Clinical and Experimental Nephrology.* Springer Singapore; 2021. 325–364 p.
29. Athavale A, Kulkarni H, Arslan CD, Hart P. Desmopressin and bleeding risk after percutaneous kidney biopsy. *BMC Nephrol.* 2019;20(1):1–8.
30. Sosa-Barrios RH, Burguera V, Rodriguez-Mendiola N, Galeano C, Elias S, Ruiz-Roso G, et al. Arteriovenous fistulae after renal biopsy: Diagnosis and outcomes using Doppler ultrasound assessment. *BMC Nephrol.* 2017;18(1):4–9.
31. Kajawo S, Ekrikpo U, Moloji MW, Noubiap JJ, Osman MA, Okpechi-Samuel US, et al. A Systematic Review of Complications Associated With Percutaneous Native Kidney Biopsies in Adults in Low- and Middle-Income Countries. *Kidney Int Reports.* 2021;6(1):78–90.
32. Kaye AD, Okeagu CN, Tortorich G, Pham AD, Ly EI, Brondeel KC, et al. COVID-19 impact on the renal system: Pathophysiology and clinical outcomes. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2021.
33. Kudose S, Batal I, Santoriello D, Xu K, Barasch J, Peleg Y, et al. Kidney Biopsy Findings in Patients with COVID-19. *J Am Soc Nephrol.* 2020;31(9):1959–68.
34. Su H, Yang M, Wan C, Yi LX, Tang F, Zhu HY, et al. Renal histopathological analysis of 26 postmortem findings of patients with COVID-19 in China. *Kidney Int.* 2020;98(1):219–27.

35. Akilesh S, Nast CC, Yamashita M, Henriksen K, Charu V, Troxell ML, et al. Multicenter Clinicopathologic Correlation of Kidney Biopsies Performed in COVID-19 Patients Presenting With Acute Kidney Injury or Proteinuria. *Am J Kidney Dis.* 2021;77(1):82-93.