

# USPOREĐIVANJE APSORBIRANIH DOZA KOD PACIJENATA U ZAVISNOSTI O TRAJANJU ZAHVATA RAZLIČITIH VRSTA PERKUTANIH BILIJARNIH DRENAŽA I INDEKSA TJELESNE MASE

---

Tomljanović, Gea

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:184:785026>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-21**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ RADIOLOŠKA TEHNOLOGIJA

Gea Tomljanović

USPOREĐIVANJE APSORBIRANIH DOZA KOD PACIJENATA U ZAVISNOSTI O TRAJANJU  
ZAHVATA RAZLIČITIH VRSTA PERKUTANIH BILIJARNIH DRENAŽA I INDEKSA TJELESNE MASE

Završni rad

Rijeka, 2023.

UNIVERSITY OF RIJEKA

FACULTY OF HEALTH STUDIES

GRADUATE UNIVERSITY STUDY OF RADIOLOGIC TECHNOLOGY

Gea Tomljanović

COMPARISON OF THE ABSORBED DOSES IN PATIENS DEPENDING ON THE  
DURATION OF THE PROCEDURE OF DIFFERENT TYPES OF PERCUTANEOUS  
BILIARY DRAINAGE AND BODY MASS INDEX

Bachelor Thesis

Rijeka, 2023.

Mentor rada: Lovro Tkalčić, dr. med,

Završni rad obranjen je dana

\_\_\_\_\_ u/na \_\_\_\_\_,

Pred povjerenstvom u sastavu:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

## Izvešće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

### Opći podatci o studentu:

Sastavnica	
Studij	Preddiplomski stručni studij Radiološka tehnologija
Vrsta studentskog rada	Završni rad
Ime i prezime studenta	Gea Tomljanović
JMBAG	0351011741

### Podatci o radu studenta:

Naslov rada	
Ime i prezime mentora	Predavač Lovro Tkalčić, dr. med
Datum predaje rada	9. srpnja 2023.
Identifikacijski br. podneska	1950083584
Datum provjere rada	9. srpnja 2023.
Ime datoteke	Završni rad zadnja verzija GT.docx
Veličina datoteke	988.87K
Broj znakova	57354
Broj riječi	9317
Broj stranica	50

### Podudarnost studentskog rada:

Podudarnost (%)	10%
-----------------	-----

### Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	Rad zadovoljava kriterije.
Datum izdavanja mišljenja	7.7.2023.
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	<input checked="" type="checkbox"/>
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	<input type="checkbox"/>
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	

Datum

7. srpnja 2023.

Potpis mentora

*Lovro Tkalčić, dr. med.*  
 Specijalist kliničke radiologije  
 Specijalist specijalizirane radiologije  
 intervencijska radiologija  
 7820496

# Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. JETRA .....	3
2.1. Anatomija .....	3
2.2. Ligamenti .....	4
2.3. Krvna opskrba .....	5
2.4. Funkcija jetre .....	5
3. ŽUČ I NJEN METABOLIZAM.....	6
3.1. Definicija i funkcija žuči .....	6
3.2. Metabolizam žuči .....	6
4. ŽUČNI MJEHUR I ŽUČNI VODOVI .....	8
5. FLUOROSKOPIJA .....	10
5.1. Rendgenska cijev .....	10
5.1.1. Proizvodnja rendgenskih zraka.....	10
5.1.2. Omotač rendgenske cijevi .....	11
5.1.3. Katoda.....	12
5.1.4. Anoda .....	12
5.1.5. Stator i rotor .....	13
5.2. Fluoroskopska oprema .....	13
5.3. Fluoroskopija u intervencijskoj radiologiji.....	14
6. DOZE .....	15
6.1. Ekspozicijska doza (X) .....	15
6.2. Apsorbirana doza (D).....	16
6.3. Ekvivalentna doza (H) .....	16
6.4. Efektivna doza (E) .....	17
7. BILIJARNE DRENAŽE.....	18
7.1. Povijest .....	18
7.2. Indikacije.....	18
7.2.1. Kolangitis .....	19
7.2.2. Pruritis .....	19
7.2.3. Curenje žuči .....	20
7.2.4. Karcinomi.....	20
7.2.5. Kemoterapija .....	20
7.2.6. Brahiterapija .....	21
7.3. Kontraindikacije.....	21
7.4. Postupak (tehnika izvođenja) .....	22

7.5. Vrste bilijarnih drenaža .....	24
7.6. Komplikacije .....	25
8. KONTRASTNA SREDSTVA .....	27
9. CILJEVI I HIPOTEZE .....	28
10. ISPITANICI (MATERIJALI) I METODE.....	29
11. REZULTATI.....	30
12. RASPRAVA.....	35
13. ZAKLJUČAK.....	37
14. LITERATURA.....	38
15. PRIVITCI .....	41
16. ŽIVOTOPIS.....	42

## POPIS KRATICA

PTBD – perkutana bilijarna drenaža

Gy – gray (mjerna jedinica za apsorbiranu dozu)

ITM – indeks tjelesne mase

KBC – klinički bolnički centar

SNR – signal to noise ration – omjer signala i šuma

SI – Međunarodni sustav jedinica



## SAŽETAK

Cilj: Utvrditi povezanost duljine trajanja zahvata perkutane bilijarne drenaže kod bolesnika s metodom vanjske, vanjsko-unutarnje bilijarne drenaže sa apsorbiranom dozom na pacijenta. Zatim, ispitati povezanost apsorbirane doze kod zahvata perkutane bilijarne drenaže i ITM pacijenta te ispitati socio-demografske podatke.

Ispitanici: Podaci 18 bolesnika podvrgnutih zahvatu perkutane bilijarne drenaže u Kliničkom bolničkom centru Rijeka retrospektivno su prikupljeni i obrađeni, u razdoblju od 1.1.2020. do 22.02.2023.

Rezultati: Od ukupnog broja ispitanika (18) , 50 % bili su muškarci te 50 % su činile žene. Pacijenti su podijeljeni u 10 dobnih skupina, od 0 do 10 godina, od 11 do 20 godina i tako dalje sve do 90+ godina. Najmlađi pacijent je imao 41 godinu, a najstariji 83 godine. Prosječna dob ispitanika bila je 63,1 godina. Ovo istraživanje pokazalo je da ne postoji statistički značajna razlika u apsorbiranoj dozi koju prime pacijenti prilikom vanjske i vanjsko-unutarnje bilijarne drenaže. Također, istraživanje je pokazalo da ITM pacijenta pozitivno korelira sa apsorbiranom dozom kod zahvata perkutane bilijarne drenaže, no dobivena statistička značajnost korelacije je bila granična te je istraživanje potrebno učiniti na većem broju pacijenata.

Zaključak: Usprkos duljem trajanju zahvata kod tretmana vanjsko-unutarnje bilijarne drenaže, ne postoji statistička značajna razlika u dozi koju primi pacijent u odnosu na vanjsku bilijarnu drenažu.

Ključne riječi: apsorbirana doza zračenja, indeks tjelesne mase, perkutana bilijarna drenaža

## ABSTRACT

**Aim:** To determine the relationship between the duration of percutaneous biliary drainage in patients with the external, external-internal biliary drainage method and the absorbed dose per patient. Next, examine the relationship between the absorbed dose during percutaneous biliary drainage and the BMI of the patient and examine socio-demographic data.

**Subjects:** The data of 18 patients who underwent percutaneous biliary drainage at the Rijeka Clinical Hospital Center were collected and processed retrospectively, in the period from January 1, 2020. until February 22, 2023.

**Results:** Of the total number of respondents (18), 50% were men and 50% were women. Patients are divided into 10 age groups, from 0 to 10 years, from 11 to 20 years and so on up to 90+ years. The youngest patient was 41 years old, and the oldest was 83 years old. The average age of the respondents was 63.1 years. This research showed that there is no statistically significant difference in the absorbed dose received by patients during external and external-internal biliary drainage. Also, the research showed that the BMI of the patient positively correlates with the absorbed dose in the procedure of percutaneous biliary drainage, but the obtained statistical significance of the correlation was borderline and the research needs to be done on a larger number of patients.

**Conclusion:** Despite the longer duration of the procedure in the treatment of external-internal biliary drainage, there is no statistically significant difference in the dose received by the patient compared to external biliary drainage.

**Key words:** absorbed dose of radiation, body mass index, percutaneous biliary drainage

## 1. UVOD

Interventne radiološke postupke često karakterizira produženo vrijeme fluoroskopije i značajan broj snimljenih slika. Stoga, postoji značajna zabrinutost vezana uz izloženost pacijenata i osoblja zračenju koji su podvrgnuti fluoroskopski vođenim intervencijskim postupcima. Indeks tjelesne mase pacijenta (ITM) i kliničko stanje također mogu utjecati na tehniku pregleda i posljedično na apsorbiranu dozu za pacijenta.

Perkutana bilijarna drenaža (PTBD) je medicinski postupak koji se koristi za ublažavanje opstrukcije žučnih kanala, koja može nastati iz benignih i malignih uzroka, kao što su kamenci, tumori ili upala. Postupak PTBD uključuje umetanje katetera (drena) u žučne kanale kako bi se omogućio protok žuči iz jetre u tanko crijevo ili drenažnu vrećicu. Bilijarna drenaža indicirana je za liječenje kolangitisa ili pruritusa povezanog s hiperbilirubinemijom u sklopu benigne ili maligne opstruktivne bolesti žuči. Bilijarna drenaža također se može izvesti u slučaju jatrogene ozljede žučnih vodova i posljedično curenja žuči kako bi se pomoglo u preusmjeravanju žuči i pospješilo zacjeljivanje oštećenog kanala. Dvije su osnovne tehnike PTBD – vanjska i vanjsko-unutrašnja. Razlika je u postavljanju vrha drena u tanko crijevo ili samo u žučne vodove, a postupci se razlikuju u trajanju zahvata (1).

Apsorbirana doza je energija zračenja apsorbirana po jedinici mase organa ili tkiva. Apsorbirana doza opisuje intenzitet energije pohranjene u bilo kojoj maloj količini tkiva bilo gdje u tijelu, a koristi se za procjenu potencijala oštećenja određenog organa ili tkiva. Jedinica je joule po kilogramu (J/kg), kojoj je dodijeljen naziv gray (Gy).

Postoji potencijalna korelacija između trajanja PTBD-a i apsorbirane doze koju prima pacijent. Dulje trajanje PTBD-a može rezultirati povećanom izloženošću zračenju od fluoroskopije, tehnike u stvarnom vremenu koja se koristi tijekom postupka kako bi se usmjerilo postavljanje katetera ili stenta. Što je dulje vrijeme fluoroskopije, to je veća doza zračenja primljena na pacijenta.

Nekoliko studija istraživalo je korelaciju između vremena PTBD-a i učinkovite doze. Prva studija je pronašla značajnu korelaciju između vremena PTBD-a i apsorbirane doze kod

pacijenata koji su se podvrgavali PTBD-u zbog zloćudne opstrukcije žučnih kanala. Studija je također utvrdila da se učinkovita doza povećava za 3,3 mSv po minuti fluoroskopije (2).

Druga studija također je izvijestila o korelaciji između vremena PTBD-a i primljene doze kod pacijenata koji su se podvrgavali PTBD-u zbog benignih opstrukcija žučnih kanala. Studija je utvrdila da se učinkovita doza povećava za 1,4 mSv po minuti fluoroskopije (3).

Površinske doze mogu se dobiti iz izlaznih podataka rendgenske cijevi. Svijest o točnim apsorbiranim dozama iz specifičnih intervencijskih radioloških postupaka pomoći će pružateljima zdravstvenih usluga da optimiziraju postupke tako da doza zračenja isporučena pacijentima bude svedena na najmanju moguću razinu (4,5).

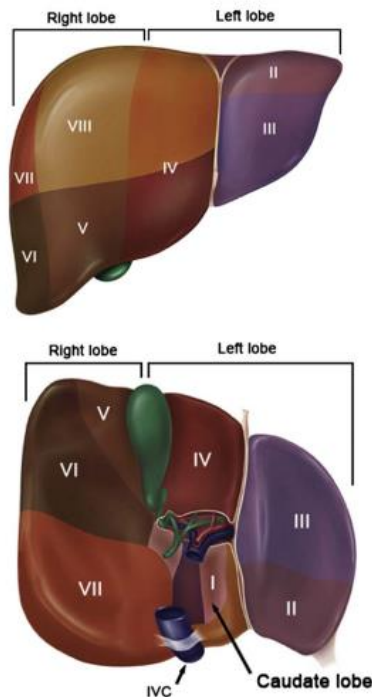
Cilj ovog istraživanja je procjena apsorbirane doze zračenja za pacijenta ovisno o vrsti drenažnog postupka, s obzirom na različito vrijeme izvođenja dvije vrste PTBD i s obzirom na indeks tjelesne mase.

## 2. JETRA

### 2.1. Anatomija

Jetra je parenhimatozni ogran smješten u desnom gornjem kvadrantu trbušne šupljine, ispod dijafragme i pričvršćena je za nju. To je najveća žlijezda u ljudskom tijelu, a kod odrasle osobe teži oko 1500 g. Zauzima oko jednu dvadesetinu tjelesne težine u novorođenčeta i jednu pedesetinu u odraslog djeteta. U odrasloj osobi, normalna jetra se proteže od približno desnog petog međurebarnog prostora duž središnje klavikularne linije dolje do ili malo ispod rebrenog ruba, tako da leži uglavnom pod zaštitom rebarnog luka. Prednja granica jetre leži na transpiloričkoj ravnini otprilike širine šake ispod sternoksifoidnog zgloba. Žučni mjehur se obično nalazi na transpilornoj ravnini duž srednje klavikularne linije. Vizualno, jetra je podijeljena na lijevu i desnu polovicu peritonealnim naborom (falciformnim ligamentom) (6).

Jetra je podijeljena na četiri reznja te na osam segmenata (slika 1). Njih opskrbljuju desna i lijeva grana portalne vene i vlastita jetrena arterija, a njihova žuč otječe u desni i lijevi jetreni kanal. Kao što je gore navedeno, lijevi i desni režanj su anatomski podijeljeni na liniji pripoja falciformnog ligamenta. Desni je režanj, međutim, dalje razdijeljen na svojim inferiorno-posteriornim površinama u dva manja reznja; kvadratni i kaudatni režanj. Kvadratni režanj nalazi se na donjoj površini, pravokutnog je oblika, s lijeve strane omeđen pukotinom za ligamentum teres, straga s portom hepatis, a s desne strane jamom žučnog mjehura. Kaudatni režanj nalazi se na stražnjoj površini jetre, s lijeve strane ga okružuje pukotina za ligamentum venosum, a s desne strane žlijeb za donju šuplju venu (7).



Slika 1 Anatomija jetre (Izvor: Zakim D, Boyer TD. *Hepatology: A Textbook of Liver Disease*)

## 2.2. Ligamenti

Falciformni ligament doseže jetru te se njegova dva sloja odvajaju, otkrivajući područje oslobođeno peritoneuma na gornjoj površini jetre. Lijevi sloj falciformnog ligamenta tada postaje kontinuiran s prednjim slojem lijevog trokutastog ligamenta, a desni sloj postaje kontinuiran s gornjim slojem koronarnog ligamenta (7).

Koronarni ligament nastaje preklapanjem peritoneuma od dijafragme prema gornjoj i stražnjoj površini u desnom režnju. Sastoji se od gornjeg i donjeg sloja koji su kontinuirani s desnim trokutastim ligamentom jetre duž njenih rubova, ali se široko odvajaju ulijevo tako da sa stražnje strane zatvaraju veliko nepokriveno područje desnog režnja trokutastog oblika (7).

Prednji sloj malog omentuma, ili gastrohepatični i hepatoduodenalni ligamenti postaje kontinuiran s lijevim trokutastim ligamentom, a njegov stražnji sloj postaje kontinuiran s koronarnim ligamentom (7).

Tijekom razvoja, falciformni ligament vodi pupčanu venu do jetre. Nakon rođenja, ova zatvorena vena atrofira, formirajući ligamentum teres. Međutim, brojne manje vene koje se

također nalaze unutar ovih peritonealnih nabora obično ostaju otvorene i povezuju periumbilikalni površinski venski sustav s portalnim sustavom (7).

### 2.3. Krvna opskrba

Jetra je dobro prokrvljen organ kroz koji protječe otprilike četvrtina srčanog minutnog volumena. Krv ulazi u jetru na dva načina: putem portalnog venskog sustava koji dolazi iz crijeva i putem jetrene arterije koja proizlazi iz aorte. Glavne arterijske i venske grane ulaze u jetru na njenom hilusu i dalje se granaju kroz portalne zone organa, povezujući se s bilijarnim kanalima. Kroz jetrene režnjeve, koji su funkcionalne jedinice jetrenog tkiva, oba vaskularna sustava doprinose opskrbi krvi. Kroz razgranate provodne arterijske i venske žile, formiraju se manje žile koje dalje prelaze u tanke žile koje prolaze kroz hepatocite u lobule i zatim se prazne u sinusoidalni sloj, koji obuhvaća zakrivljene i rascjepne ploče hepatocita. Većina portalne i arterijske krvi ulazi na rubovima lobula, stvarajući mješavinu koja sadrži i materijale apsorbirane iz crijevnog lumena preko *vene portae* te oksigeniranu arterijsku krv sa svojim sistemskim sastojcima (8).

### 2.4. Funkcija jetre

Struktura jetre, njezina organizacija tkiva, njezina stanična konstitucija i citološke i citokemijske značajke nekoliko tipova stanica odražavaju raznolike, visoko specijalizirane funkcije organa. Jetra je žlijezda s kanalima, koja izlučuje žuč u lumen crijeva, i žlijezda bez kanala, koja proizvodi mnoge krvne bjelančevine i lipide. Uz to, organ prati i kontrolira koncentracije u plazmi mnoštva malih molekula uključenih u metabolizam; detoksificira određene hormone i lijekove; te filtrira materijale različitog podrijetla i dimenzija iz krvotoka. Sekretorni, metabolički i fagocitni procesi odvijaju se uglavnom neovisno pod nepatološkim okolnostima i njihovim strukturnim korelacijama u organu, tkivu i stanicama (8).

## 3. ŽUČ I NJEN METABOLIZAM

### 3.1. Definicija i funkcija žuči

Žuč je složeni vodeni sekret koji potječe iz hepatocita i modificira se distalno apsorpcijskim i sekretornim transportnim sustavima u epitelu žučnog voda. Zatim ulazi u žučni mjehur gdje se koncentrira ili se isporučuje izravno u lumen crijeva. Sastoji od ~95% vode u kojoj je otopljen niz endogenih čvrstih sastojaka uključujući žučne soli, bilirubin fosfolipid, kolesterol, aminokiseline, steroide, enzime, porfirine, vitamine i teške metale, kao i egzogene lijekove, ksenobiotike i okolišne tvari te ima nekoliko važnih funkcija (9).

Žuč je glavni put izlučivanja za potencijalno štetne egzogene lipofilne tvari, navedene gore, kao i druge endogene supstrate kao što su bilirubin i žučne soli čija je molekularna težina >300 do 500 daltona i koje bubrezi ne filtriraju ili izlučuju. Žučne soli su glavne organske otopine u žuči i normalno funkcioniraju kao emulgatori prehrambenih masti i olakšavaju njihovu crijevnu apsorpciju. Žuč je glavni put za eliminaciju kolesterola, štiti organizam od crijevnih infekcija izlučivanjem imunoglobulina A (IgA), upalnih citokina i stimulacijom urođenog imunološkog sustava u crijevima (9).

Važnost izlučivanja žuči za zdravlje organizma najviše dolazi do izražaja kada je to izlučivanje poremećeno razvojnim, genetskim ili stečenim kolestatskim bolestima. To je najdramatičnije prikazano kod djece rođene s bilijarnom atrezijom koja razvijaju progresivnu kolestatsku ozljedu jetre, bilijarnu cirozu i konačno zatajenje jetre i smrt (9).

### 3.2. Metabolizam žuči

Ljudska jetra sintetizira oko 200 do 600 mg žučnih kiselina dnevno i istu količinu izlučuje izmetom. Neto dnevni promet žučnih kiselina je oko 5% ukupne količine žučnih kiselina od oko 3 g. Žučne kiseline sintetizirane u jetri odmah se izlučuju u žuč, reapsorbiraju u crijevima i transportiraju natrag u jetru. Enterohepatička cirkulacija žučnih kiselina vrlo je učinkovita kod ljudi. Male količine žučnih kiselina mogu se prelići u sistemsku cirkulaciju, reapsorbirati se prolazeći kroz bubrežne tubule u bubregu, a zatim cirkulirati natrag u jetru kroz sistemsku



cirkulaciju. Neke žučne kiseline izlučene u žučnom kanalu reapsorbiraju se u kolangiocitima (epitelnim stanicama žučnog kanala) i recikliraju natrag u hepatocite. Žučne kiseline pohranjene su u žučnom mjehuru. Nakon svakog obroka, kolecistokinin izlučen iz crijeva stimulira kontrakciju žučnog mjehura kako bi se žučne kiseline ispraznile u crijevni trakt. Kada prolaze niz crijevni trakt, male količine nekonjugiranih žučnih kiselina se reapsorbiraju u gornjem dijelu crijeva pasivnom difuzijom. Većina žučnih kiselina (95%) reapsorbira se u membrani četkastog ruba terminalnog ileuma, transdifundiraju preko enterocita do bazolateralne membrane i izlučuju u portalnu cirkulaciju krvi do jetrenih sinusoida i preuzimaju se u hepatocite (10).

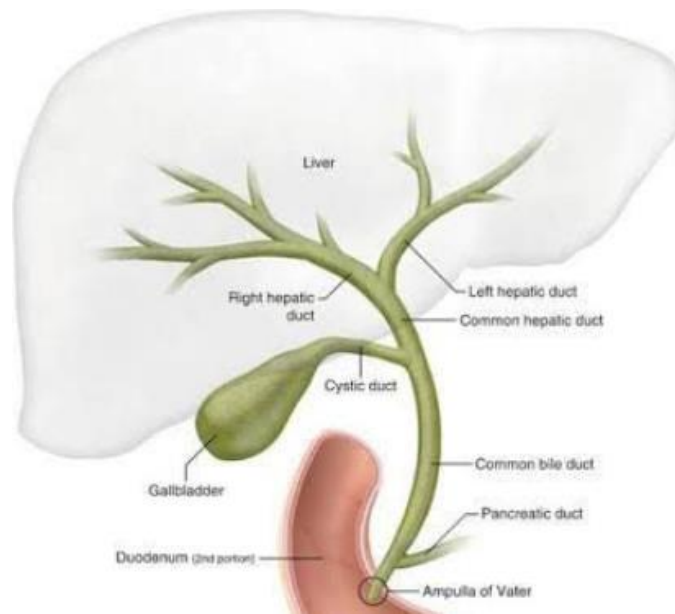
## 4. ŽUČNI MJEHUR I ŽUČNI VODOVI

Žučni mjehur je mišićno-membranozna vrećica u obliku kruške smještena duž donje površine jetre . Djeluje tako da akumulira i koncentrira žuč između obroka. Normalan žučni mjehur odrasle osobe ima 7-10 cm duljine i 3-4 cm poprečnog promjera. Žučni mjehur komunicira s ostatkom bilijarnog sustava putem cističnog kanala , s dvosmjernom drenažom žuči u i iz zajedničkog jetrenog kanala (11).

U svrhu opisa, može se podijeliti u sljedeće segmente :

- fundus
- tijelo
- infundibulum: suženi segment između tijela i vrata
  - o Hartmannova vrećica: mala izbočina, različito identificirana, na infundibulumu
- vrat: komunicira s cističnim kanalom

Intrahepatično bilijarno stablo sastoji se od višestrukih kanala koji su odgovorni za stvaranje i transport žuči iz jetre u dvanaesnik i obično prati portalni venski sustav . Desni glavni žučni kanal formira se od prednjeg sektorskog voda iz segmenata V. i VIII. i stražnjeg sektorskog voda iz segmenata VI. i VII. Prednji sektorski kanal teče na prednji, okomiti način, dok se stražnji kanal nastavlja na lateralni, vodoravni način. Desni žučni kanal obično ima kratak ekstrahepatalni tok neposredno pred spoj s lijevim, s određenom varijabilnošću grananja. Lijevi jetreni žučovod drenira lijevu jetru i ima manje varijabilan tok te je paralelan s lijevom granom *vene portae* s dužim ekstrahepatičnim tokom. Lijevi i desni jetreni kanal spajaju se u blizini hilarne ploče i tvore glavni žučovod (slika 2). Kako zajednički jetreni kanal teče kaudalno, spaja se s cističnim kanalom i tvori zajednički žučni kanal. Zajednički žučni kanal nastavlja se unutar lateralne strane hepatoduodenalnog ligamenta prema glavi gušterače te se drenira u dvanaesnik kroz Vaterovu ampulu (12).



Slika 2 Anatomija bilijarnog stabla (izvor: <https://radiologykey.com/the-biliary-tree/>)

## 5. FLUOROSKOPIJA

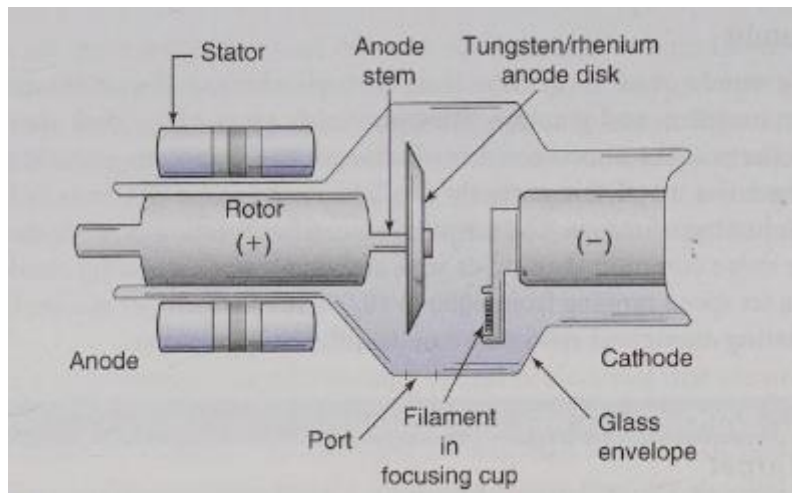
Fluoroskopija se odnosi na korištenje X-zraka i odgovarajućeg slikovnog receptora za praćenje procesa ili instrumenata u tijelu u stvarnom vremenu. Fluoroskopsko snimanje mijenja visoki omjer signala i šuma (SNR) radiografije za visoku vremensku rezoluciju, budući da se moraju koristiti čimbenici koji održavaju dozu za pacijenta na prihvatljivoj razini (13).

### 5.1. Rendgenska cijev

Fluoroskopski sustavi imaju rendgensku cijev postavljenu ispod stola, s receptorom slike iznad stola, a najčešće se koriste za gastrointestinalno oslikavanje (istraživanja gornjeg i donjeg probavnog sustava). Rendgenska cijev najvažniji je dio rendgenskog uređaja jer se u njoj proizvode rendgenske zrake. Radiološki tehnolozi moraju razumjeti konstrukciju i rad rendgenske cijevi. Oni kontroliraju mnoge radnje koje se događaju unutar cijevi. Vrh kilovolti (kVp), miliamperažu (mA) i vrijeme ekspozicije faktori su koje radiološki tehnolog podešava na kontrolnoj ploči kako bi proizveo kvalitetnu sliku, također tehnolog mora biti svjestan količine topline proizvedene tijekom proizvodnje rendgenskih zraka jer prekomjerna toplina može oštetiti cijev (14).

#### 5.1.1. Proizvodnja rendgenskih zraka

Proizvodnja X-zraka zahtijeva brzi tok elektrona koji se iznenada usporava ili zaustavlja. Izvor elektrona je katoda, odnosno negativna elektroda. Negativna elektroda se zagrijava i elektroni se emitiraju. Elektroni su privučeni pozitivno nabijenom anodom (pozitivna elektroda) i brzo se kreću prema anodi gdje se zaustavljaju ili usporavaju. Kada se kinetička energija elektrona prenese na anodu, stvaraju se rendgenske zrake i toplina (slika 3) (14).



Slika 3 Struktura rendgenske cijevi (izvor: Fauber TL. Radiographic imaging & exposure.)

### 5.1.2. Omotač rendgenske cijevi

Komponente potrebne za proizvodnju rendgenskih zraka nalaze se u staklenom ili metalnom omotaču. Metalni omotač se češće koristi zbog svojih superiornih električnih svojstava. Nedostatak rendgenske cijevi sa staklenim omotačem je da se volfram koji je ispario iz žarne niti tijekom izlaganja može taložiti na unutarnjoj strani stakla, posebno u njegovom srednjem dijelu. Ovo isparavanje može utjecati na protok elektrona i uzrokovati kvar cijevi. Zamjena ovog dijela stakla metalom sprječava ove probleme i produljuje vijek trajanja cijevi. Dodatna prednost metalnog omotača je smanjenje zračenja izvan fokusa. Zračenje izvan žarišta nastaje kada se projektilni elektroni reflektiraju i X-zrake nastaju izvan žarišne točke. Metalni omotač cijevi može skupiti te elektrone i odvesti ih dalje od anode (14).

Omotač omogućuje potpuno evakuiranje zraka iz rendgenske cijevi, odnosno stvaranje vakuuma, što zauzvrat omogućuje učinkovit protok elektrona od katode do anode. Omotač ima dvije dodatne funkcije: pruža određenu izolaciju od strujnog udara koji se može dogoditi jer katoda i anoda sadrže električni naboj i raspršuje toplinu u cijevi provodeći ju do izolacijskog ulja koje okružuje omotač. Svrha izolacijskog ulja je osigurati veću izolaciju od strujnog udara i pomoći u odvođenju topline od cijevi. Sve ove komponente okružene su kućištem metalne cijevi sa svih strana osim otvora ili prozora koji omogućuje primarnom snopu da izađe iz cijevi. Kućište cijevi obloženo je olovom i pruža dodatnu zaštitu od raspršenog zračenja (14).

### 5.1.3. Katoda

Katoda rendgenske cijevi je negativno nabijena elektroda. Sadrži žarnu nit i čašicu za fokusiranje. Žarna nit je ugrađena u metalnu čašicu koja se naziva čašica za fokusiranje te je žarna nit izvor elektrona tijekom proizvodnje rendgenskih zraka. Većina rendgenskih cijevi naziva se dual-focus, odnosno rendgenska cijev s dva fokusa različitih veličina jer imaju dvije niti: jednu veliku i jednu malu. Samo jedna nit se napaja energijom u bilo kojem trenutku tijekom proizvodnje rendgenskih zraka. Ako radiološki tehnolog odabere veliku žarišnu točku prilikom postavljanja upravljačke ploče, velika žarna nit je pod naponom, dok ukoliko je odabrano malo žarište, mala žarna nit je pod naponom. Čašica za fokusiranje izrađena je od nikla i gotovo okružuje žarnu nit te je otvorena na jednom kraju kako bi se omogućilo slobodno strujanje elektrona kroz cijev od katode do anode. Negativno je nabijena te omogućuje zadržavanje oblaka elektrona koji su emitirani sa žarne niti od njihovog nasumičnog širenja. Njezina je svrha fokusirati struju elektrona (14).

### 5.1.4. Anoda

Anoda rendgenske cijevi je pozitivno nabijena elektroda sastavljena od molibdena, bakra, volframa i grafita. Ovi se materijali koriste zbog svojih svojstava toplinske i električne vodljivosti. Anoda se sastoji od mete i u rotirajućim anodnim cijevima, statora i rotora. Meta je metal koji naglo usporava i zaustavlja elektrone u struji cijevi, omogućujući proizvodnju X-zraka. Meta može biti rotirajuća ili stacionarna. Cijevi s rotirajućim metama češće su od cijevi sa stacionarnim metama. Rotacijske anode proizvode se tako da se okreću određenom brzinom u rasponu od 3000 do 10 000 okretaja u minuti (rpm). Meta rotirajućih anodnih cijevi izrađena je od legure volframa i renija. Ovaj sloj, ili staza, ugrađena je u bazu od molibdena i grafita. Volfram općenito čini 90% sastava rotirajuće mete, dok renij čini ostalih 10%. Površina anode je nagnuta kako bi fotoni X-zraka izašli iz cijevi. Rotirajuće mete općenito imaju ciljni kut u rasponu od 5° do 20°. Volfram se koristi i za rotirajuće i za stacionarne mete jer ima visok atomski broj 74 za učinkovitu proizvodnju rendgenskih zraka i visoko talište od 3400°C (6152°F). Većina energije koju proizvodi rendgenska cijev je toplina; stoga, pregrijavanje mete ponekad može postati problem, osobito kod visokih ekspozicija (14).

### 5.1.5. Stator i rotor

Budući da volfram ima visok atomski broj (74) i visoko talište (3400°C), on učinkovito proizvodi X-zrake. Za okretanje anode tijekom proizvodnje rendgenskih zraka, cijev rotirajuće anode zahtijeva stator i rotor. Stator je električni motor koji okreće rotor vrlo velikom brzinom. Rotor (napravljen od bakra) kruto je povezan s metom kroz tijelo anode (napravljen od molibdena), što uzrokuje brzu rotaciju mete tijekom proizvodnje rendgenskih zraka. Kuglični ležajevi visoke čvrstoće u rotoru omogućuju glatku rotaciju pri velikim brzinama. Tijekom proizvodnje rendgenskih zraka, većina energije proizvedene na anodi je toplina, a vrlo mali postotak je energija rendgenskih zraka. Toplina može predstavljati problem ako se dopusti da se nakuplja; dakle, prenosi se na ovojnici, a zatim na izolacijsko ulje koje okružuje cijev. Štoviše, mnogi sklopovi cijevi imaju ventilator koji puše zrak preko cijevi kako bi pomogao raspršiti toplinu (14).

## 5.2. Fluoroskopska oprema

Sustavi za fluoroskopsko snimanje koriste uglavnom istu tehnologiju kao i radiografski sustavi, uz neke izmjene i dodatke. Ovisno o namjeni, fluoroskopski sustav može zahtijevati generator velike snage i rendgensku cijev visokog toplinskog kapaciteta. Razvoj pojačivača rendgenske slike bio je ključan za uspjeh modernog fluoroskopskog snimanja (13).

Pojačivač rendgenske slike pretvara snop fotona X-zraka niskog intenziteta koji izlaze iz pacijenta u snop visokog intenziteta vidljivih fotona pomoću višestrukih slojeva za pretvorbu i niza elektroda unutar vakuumske spremnika. X-zrake koje su prošle kroz pacijenta, rešetku protiv raspršivanja i kroz metalnu potpurnu strukturu pojačivača, padaju na ulazni fosforescentni cesijev jodid (CsI(Tl)), najčešće korišten ulazni fosforni materijal koji se koristi za pretvaranje X-zraka u svjetlost. Ti svjetlosni fotoni pogađaju vrlo tanku fotokatodu, gdje se elektroni oslobađaju kroz fotoelektrični učinak, odbijaju od fotokode i ubrzavaju prema pozitivno nabijenoj anodi na izlaznom fosforu. Elektroni se pretvaraju natrag u svjetlost na izlaznom fosforu pomoću tankog praškastog fosfora, obično ZnCdS:Ag. Elektronski snop se ubrzava do energija između 25 i 30 keV i fokusira se na anodu pomoću serija elektroda smještenih na stranama pojačivača rendgenske slike (13).

### 5.3. Fluoroskopija u intervencijskoj radiologiji

Intervencijski radiološki postupci obično se izvode u angiografskim salama opremljenim fluoroskopima s C-lukom (slika 4). Fluoroskop s C-lukom sastoji se od mehanički spojene cijevi X-zraka i receptora slike. Rendgenska cijev i receptor slike zajedno se okreću oko točke koja se zove izocentar i koja ostaje u središtu vidnog polja kada se C-luk rotira. Stol je često konzolni kako bi se omogućila kontinuirana, neometana rotacija C-luka oko pacijenta tijekom zahvata. Intervencijske sale opremljene su snažnijim generatorima s visokim toplinskim kapacitetom i rendgenskim cijevima hlađenim vodom ili uljem. Također, promjenjivi filtri za oblikovanje spektra često su uključeni kako bi se maksimizirao kontrast joda uz održavanje doze za pacijenta na prihvatljivoj razini (13).



*Slika 4 Izgled fluoroskopskog uređaja (izvor:<https://eccomedical.com/equipment-interventional-radiology-instruments-explained/>)*



## 6. DOZE

Sve veća svijest o radiološkoj zaštiti pravi je odgovor na problem povećane radijacijske doze u dijagnostičkim pregledima. Liječničko osoblje, radijacijski fizičari i tehnološko osoblje uključeni su u proces poboljšanja po ovom pitanju. Dozimetrija u radiologiji je teška tema za rješavanje, ali je bitno procijeniti dozu koju pacijent prima u svakoj radiološkoj studiji. Učinci zračenja na tkiva klasificiraju se u dvije kategorije: stohastički (ili probabilistički) i nestohastički (neprobabilistički) (15).

Nestohastički učinci (ranije zvani deterministički učinci) imaju dozni prag iznad kojeg se javljaju, tj. ako je ekvivalentna deponirana doza dovoljno visoka, određene vrste učinaka će se sigurno pojaviti. Na primjer, ako ekvivalentna doza rendgenskog zračenja prijeđe 1 sievert (Sv) (100 REM - Roentgen Equivalent Man - u starijim jedinicama), pojavit će se crvenilo kože: iznad određene doze (preko 2 Gy), će se dogoditi očna katarakta itd. (15).

Stohastički ili probabilistički učinci su oni za koje postoji velika vjerojatnost pojavljivanja kada se poveća doza zračenja, ali čija težina ne ovisi o razini doze, odnosno nije ovisna o dozi. Ne postoji prag za stohastičke učinke, budući da se, kao što izraz ukazuje, pojavljuju na slučajan način i slučajne su prirode. Najpoznatiji primjeri su rak i genetske mutacije (15).

Dozimetrijske jedinice koje se najčešće koriste u radiologiji za kvantifikaciju doze uključuju izloženost (C/kg, ili rendgen (R), apsorbiranu dozu (Gy ili rad), ekvivalentnu dozu (Sv ili REM) i efektivnu dozu (Sv ili REM).

### 6.1. Ekspozicijska doza (X)

Ekspozicijska doza je mjera sposobnosti rendgenske zrake da ionizira masu zraka, tj. izražava količinu električnog naboja elektrona (Q) generiranog po jedinici mase zraka (m). U Međunarodnom sustavu jedinica (SI), jedinica je kulon (C) po kg zraka (C/Kg). Izlaganje se može koristiti za mjerenje zračenja koje prima kućište, pojačivač slike ili pacijentova koža. Ova

veličina se široko koristi jer se može lako izmjeriti, ali ne daje informacije o šteti nanesejoj pacijenta jer ne uzima u obzir osjetljivost tkiva ili organa koji primaju zračenje (15).

## 6.2. Apsorbirana doza (D)

Apsorbirana doza je veličina koja izražava količinu apsorbirane energije po jedinici mase materijala. To je generička veličina, definirana za bilo koju vrstu zračenja ili materijala, koja se koristi u radiobiologiji jer je izvrsna za procjenu oštećenja organa određenom vrstom zračenja (15).

SI jedinica za apsorbiranu dozu je Gy, što je ekvivalent J/kg. Jedan Gy je ekvivalentan 100 rada (starije jedinice). Za pretvorbu vrijednosti izloženosti (R) u apsorbirane doze (Gy), potrebno je koristiti faktore pretvorbe ovisne o materijalu (15).

## 6.3. Ekvivalentna doza (H)

Radiobiološka istraživanja pokazala su da se za jednake vrijednosti apsorbirane doze biološka oštećenja mogu razlikovati ovisno o vrsti zračenja. Na primjer, alfa čestice ili neutroni proizvode veća biološka oštećenja od X ili gama ( $\gamma$ ) zračenja za istu apsorbiranu dozu (15).

Količina poznata kao ekvivalentna doza uvodi težinske faktore težinskih bioloških učinaka s obzirom na vrstu zračenja. Stoga, ekvivalentna se doza definira kao umnožak jednog od ovih težinskih faktora i apsorbirane doze. Na primjer, alfa zračenje ima težinski faktor 20, dok X ili gama zrake imaju težinski faktor 1 (i stoga je ekvivalent doze numerički jednak apsorbiranoj dozi). SI jedinica za ekvivalentnu dozu je svert (Sv); razlikuje se od apsorbiranih doza kako bi se uzeo u obzir stupanj biološke štete. Ekvivalentna doza je primarni pokazatelj radiološke zaštite, jer određuje granice zračenja za profesionalno izložene radnike (15).

## 6.4. Efektivna doza (E)

Vjerojatnost pojave stohastičkih učinaka u određenom organu ili tkivu ne ovisi samo o ekvivalentnoj dozi koju taj organ ili tkivo primi, već i o radiosenzitivnosti organa koji prima zračenje. Iz tog razloga, na temelju zračenja koje bi osoba primila u cijelom tijelu, svakom organu je dodijeljen težinski faktor (Weighting factor - WT) (15).

Svaki koeficijent predstavlja postotak zračenja u cijelom tijelu (100%), a ukupni zbroj je jednak 1. Dakle, efektivna doza omogućuje razlikovanje između 2 testa obavljena s jednakim radiološkim parametrima, ali koji će imati različite vrijednosti u različitim dijelovima tijela jer različiti organi primaju različitu količinu zračenja. Ipak, efektivna doza nije reprezentativna za dozu koju je primio određeni pacijent, budući da su ti koeficijenti generički i dobiveni iz velikog broja statistika koje se godinama izvode u području radiobiologije (15).

## 7. BILIJARNE DRENAŽE

### 7.1. Povijest

Tijekom proteklih nekoliko desetljeća žučne intervencije su se jako razvile. Opacifikacija bilijarnog sustava prvi put je prijavljena 1921. godine s izravnom punkcijom žučnog mjehura. Naknadna izvješća opisala su izravnu perkutanu žučnu punkciju. Tehnika je revolucionirala 1960-ih uvođenjem igala finog promjera (16).

### 7.2. Indikacije

Perkutana bilijarna drenaža indicirana je u ublažavanju opstruktivnih simptoma, posebno onih uzrokovanih neoperabilnim malignim tumorima (slika 5), u liječenju različitih vrsta benignih striktura, primarnog sklerozirajućeg kolangitisa i transplantacije jetre (16).



Slika 5 Opstrukcija zajedničkog žučnog voda u bolesnika s karcinomom gušterače (izvor: <https://emedicine.medscape.com/article/1828052-overview#a2>)

Neke druge indikacije mogu uključivati kolangitis sekundarno zbog bilijarne opstrukcije, pruritis, preusmjeravanje curenja žuči dok pacijent čeka na operaciju i transhepatičnu brahiterapiju kolangiokarcinoma (16).

### 7.2.1. Kolangitis

Akutni kolangitis je morbidno kliničko stanje koje uključuje akutnu upalu i infekciju žučnog kanala. Akutni opstruktivni kolangitis prvi su opisali Reynolds i Dargan 1959. god. kao sindrom koji se sastoji od vrućice, žutice, bolova u trbuhu i letargije ili mentalne smetenosti, također poznat kao Reynoldsova pentada (17).

Akutni opstruktivni kolangitis može brzo napredovati do ozbiljne i smrtonosne infekcije. Kolangitis se javlja kada su prisutna dva čimbenika: opstrukcija bilijarnog trakta i bakterijska kontaminacija bilijarnog trakta. Bez prethodne intervencije bilijarno stablo je aseptično, a pacijenti s opstrukcijom obično imaju žuticu ili svrbež. Kolangitis se gotovo uvijek javlja u pacijenata koji su prethodno bili instrumentirani ili su imali manipulaciju bilijarnog stabla zbog izravne ili crijevne kontaminacije njihovog bilijarnog sustava (18,19).

Kako je učestalost malignih bolesti, sklerozirajućeg kolangitisa i nekirurške instrumentacije bilijarnog trakta u porastu, tako raste i učestalost kolangitisa (20,21).

Kolangitis se danas često viđa u sklopu malignih bolesti. Kada se kolangitis pojavi u okruženju izolacije žučnih kanala, kritično je identificirati i izdrenirati (ako je moguće) kanale koji su prethodno bili kolonizirani kako bi se učinkovito liječio kolangitis (22).

### 7.2.2. Pruritis

Pruritus (svrbež) je dobro poznati simptom bilijarne opstrukcije i može biti iscrpljujući za pacijente. Svrbež se obično vidi u sklopu žutice, ali se može pojaviti kao jedina manifestacija kolestaze, a stupanj svrbeža može biti nerazmjern s razinom bilirubina u serumu. Klinički gledano, većina bolesnika s kolestatskim svrbežom ima dnevnu varijaciju intenziteta svrbeža, s najjačim svrbežom kasno navečer i rano noću. Druga tipična značajka kolestatskog pruritusa

je sklonost zahvaćanju udova, tabana i dlanova, iako se može pojaviti generalizirani svrbež. Svrbež je najgori kod topline, kontakta s određenim tkaninama poput vune i psihičkog stresa (23).

Kada je bilijarna opstrukcija uzrok pruritusa, drenaža čak i malog dijela bilijarnog stabla rezultira smanjenjem ili potpunim povlačenjem svrbeža (24).

### 7.2.3. Curenje žuči

Do curenja žuči može doći nakon operacije jetre ili gušterače sa ili bez bilioenteričke premosnice. Drugi uzroci istjecanja žuči su trauma bilijarnog trakta i jatrogene ozljede uključujući postendoskopsku retrogradnu kolangiopankreatografiju (ERCP). U ovoj situaciji koristi se bilijarna drenaža kako bi se preusmjerio protok žuči i omogućilo zacjeljivanje ozlijeđenog kanala (22).

### 7.2.4. Karcinomi

Karcinomi koji zahvaćaju perihilarnu regiju jetre mogu se manifestirati opstruktivnom žuticom. Ove zloćudne bolesti uključuju intrahepatalni kolangiokarcinom, hilarni kolangiokarcinom, metastatsku bolest i karcinom žučnog mjehura. Kirurška resekcija je jedino liječenje u ovih bolesnika (25). Neki kirurzi zahtijevaju preoperativnu bilijarnu drenažu kako bi se smanjio bilirubin prije operacije i olakšala rekonstrukcija žučnog voda. Kontroverzno je hoće li to rezultirati povećanjem ili smanjenjem postoperativne smrtnosti (26).

### 7.2.5. Kemoterapija

Kemoterapijski agensi koji se izlučuju ili metaboliziraju u jetri zahtijevaju da pacijenti imaju gotovo normalne razine bilirubina (obično manje od 2 mg/dL) za sigurnu primjenu. U ovoj situaciji može se izvesti bilijarna drenaža kako bi se bilirubin smanjio na prihvatljivu razinu potrebnu za početak kemoterapije (22).

### 7.2.6. Brahiterapija

Neki pacijenti s neoperabilnim hilarnim kolangiokarcinomom liječe se lokalnim tretmanima poput brahiterapije ili fotodinamičke terapije. Bilijarna drenaža može se izvesti kako bi se omogućio pristup bilijarnom stablu za ove tretmane (22).

### 7.3. Kontraindikacije

Relativno je malo kontraindikacija za provođenje perkutane transhepatične bilijarne drenaže. Svakako, klinički čimbenici trebaju biti optimalni; primjena svježe smrznute plazme može biti potrebna ako pacijent ima abnormalne faktore zgrušavanja. Ponekad se trombociti daju pacijentima koji su imunosuprimirani i imaju posljedičnu trombocitopeniju. Uvijek se koriste antibiotici, a bolesnicima s aktivnim kolangitisom daju se kombinacije (27).

Ascites je relativna kontraindikacija. Zahvat je mnogo teže izvesti u prisutnosti ascitesa. Instrumenti se savijaju u prostoru između jetre i bočne trbušne stijenke, što otežava svaki korak uvođenja katetera. Usprkos tehničkim problemima, ascitičnom bolesniku se gotovo uvijek može uvesti kateter; međutim, kada je kateter na mjestu, ascites uvijek počinje curiti oko mjesta ulaska katetera. Ovo curenje se ne može kontrolirati mehaničkim sredstvima. U nekim slučajevima nakon bilijarne dekompresije i čišćenja ascitesa, ne javlja se ponovno (27).

Višestruke intrahepatične opstrukcije također predstavljaju kontraindikaciju za perkutanu drenažu. Iako se smanjenje bilirubina u serumu može očekivati nakon dekompresije samo dijela jetre, preostali izolirani duktalni sustavi postaju inficirani u mnogih bolesnika ubrzo nakon umetanja katetera. To se događa zato što žuč uvijek postaje puna bakterija nakon kateterizacije. Klinički kolangitis ne pojavljuje se sve dok žuč pravilno teče. Međutim, u segmentima gdje žuč stagnira često dolazi do gnojenja. Stoga je u bolesnika s visokim opstrukcijama izuzetno važno procijeniti anatomiju prije početka postupka drenaže. Adekvatna anatomska procjena često zahtijeva višestruke, segmentne kolangiogramе tankom iglom kako bi se prikazala cijela duktalna anatomija. Odluke o tome može li drenaža biti kontraindicirana tada se može donijeti prije nego što velika igla uđe u žučni kanal. Ovo je

izuzetno važno, budući da u prisutnosti distalne opstrukcije, uklanjanje velike igle ili katetera koji su ušli u kanal dovodi do rizika od curenja žuči i peritonitisa (27).

#### 7.4. Postupak (tehnika izvođenja)

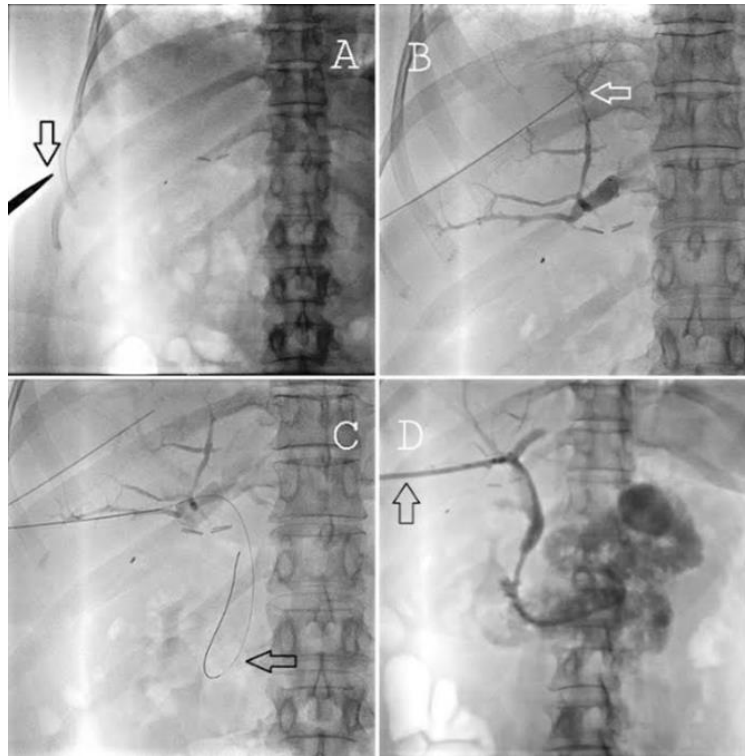
Pacijenta treba postaviti ležeći na leđa pod sterilnom pripremom i pokrivačem. Desnostrani ili lijevostrani pristup temelji se na preferencijama intervencijskog radiologa i mjestu opstrukcije. Dok je lijevostrani pristup ugodniji za pacijenta i manji je rizik od plućnih komplikacija, također je povezan s većom izloženošću zračenju i oštrijim kutom u zajedničkom kanalu kojim je teško manipulirati (28).

Zatim pod vodstvom fluoroskopije, pacijent potpuno udahne, a mjesto uboda se bira u središnjoj aksilarnoj liniji. Iгла promjera 21 gaugea umetnuta je kranijalno prema torakalnoj kralježnici u smjeru trupa Th12 tijekom srednjeg udisaja. Postoji rizik od pneumotoraksa, koji je veći kod desnostranog pristupa. Unutarnji stilet (tanki metalni igla) se izvlači, a zatim se aspirira sadržaj dok se ne dobije žuč, što se potvrdi ubrizgavanjem kontrasta dok se ne prikaže žučni kanal. Kontrast će u žučnom kanalu, polako se kretati prema hilusu. Ako se pri izvlačenju ne uđe u kanal, igla se može ponovno umetnuti još nekoliko puta za ponovni pokušaj. Ako je kanal proširen, potrebna je dekompresija aspiracijom prije kolangiograma. Kod desnostranog pristupa, pacijent će se možda morati okrenuti ulijevo kako bi bolje vizualizirao prednji portalni sustav lijevog reznja (28).

Slijedi umetanje žice vodilice s mekanim, radiopaknim platinastim vrhom kroz iglu u zajednički žučni kanal i, ako je moguće, u tanko crijevo. Nakon što se žica vodilica pomakne u crijevo, igla se zatim izvadi. Zatim se koaksijalni omotači mogu pomaknuti preko žice vodilice; žica i manji, unutarnji omotač se zatim uklanjaju, dopuštajući uvođenje žice vodilice većeg promjera. Ova se kombinacija sada može koristiti za prolazak kroz strikture i manipulaciju u tanko crijevo. Ako to nije moguće, može se koristiti vanjska drenaža za dekompresiju s bilijarnim drenažnim kateterom nekoliko dana, nakon čega će se ponoviti manipulacija u crijevu. Ako se žica može postaviti u crijevo, može se nastaviti serijska dilatacija s kateterima, s krajnjim postavljanjem unutarnjeg/vanjskog katetera za bilijarnu drenažu. Bitno je osigurati da su bočne rupe u žučnom kanalu i iznad opstrukcije, jer bočne rupe u jetrenom parenhimu



mogu dovesti do hemobilije. To se može provjeriti ubrizgavanjem male količine kontrasta. Distalna petlja formirana u duodenumu osigurava unutarnju fiksaciju, a prolen ili svila mogu se koristiti za šivanje vanjskog dijela na kožu (28).



Slika 6 Perkutana bilijarna drenaža (izvor:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5088091/>).

Sam postupak perkutane bilijarne drenaže vođene fluoroskopijom prikazan je na slici 6. Slovo A prikazuje snimak abdomena s iglom (strelica) iznad potkožnog tkiva koja ocrta putanju uboda. Slika B prikazuje injicirani kontrast kako pristupa bilijarnom kanalu segmenta 5 (strelica). Na slici C napravljen je pristup segmentu 6 te je žica vodilica napredovala u duodenum (strelica). Slika pod slovom D ukazuje nam da koristeći ovaj pristup, unutarnji/vanjski bilijarni kateter (strelica) može se postaviti nakon serijskog povećanja i dilatacije.

## 7.5. Vrste bilijarnih drenaža

U osnovi postoje tri vrste bilijarne drenaže: vanjska, vanjsko-unutarnja (univerzalna) i unutarnja. Svaka opcija ima prednosti i nedostatke. Odabir drenažnog mehanizma trebao bi odražavati kliničku situaciju i način života pacijenta, anatomiju i patologiju ispod suženja ili curenja, očekivani životni vijek pacijenta i planiranu dob. U ovom radu opisivati će se metode vanjske i vanjsko-unutarnje drenaže (29).

U vanjskoj PTBD, sve bočne rupe katetera nalaze se uzvodno od mjesta opstrukcije, obično duž unutarnje zakrivljenosti pigtail zavojnice. Osovina katetera prolazi kroz trbušnu stijenu. Žuč, se zatim treba drenirati kroz lumen katetera u drenažnu vrećicu. Vanjska drenaža je učinkovitija transkateterska metoda za dekompresiju bilijarnog sustava i stoga je obično indicirana u bolesnika s dokazima supurativnog kolangitisa ili teške disfunkcije jetre zbog dugotrajne bilijarne opstrukcije. Vanjski PTBD se lako ispiri i mijenja. Međutim, to je najmanje sigurna od tri opcije drenaže, jer predstavlja smetnju za pacijenta i njegovatelje zbog drenaže koja izlazi iz tijela i potrebne drenažne vrećice te je povezana s gubitkom žučne tekućine, elektrolita i žučnih soli. Potrebno je pratiti status serumske tekućine i elektrolita i po potrebi ih nadomjestiti. U pothranjenih pacijenata, žuč se može prikupiti i primijeniti oralno kako bi se pomoglo u apsorpciji masti i vitamina topivih u mastima (29).

Vanjsko-unutarnja PTBD uključuje perkutani transhepatični kateter koji prolazi kroz opstruktivnu leziju i ima bočne rupe uzvodno i nizvodno od mjesta opstrukcije. Često, se vrh pigtail zavojnice koristi kako bi osiguralo da središnji dio bude unutar crijeva. Kada je vrh pigtail zavojnice pričvršćen na drenažnu vrećicu, žuč se odvodi ulaskom u uzvodne bočne otvore i izlazi kroz transhepatični kateter u drenažnu vrećicu. Alternativno, kada je PTBD kateter zatvoren, žuč koja ulazi u uzvodne bočne otvore preusmjerava se preko mjesta začepjenja da bi se izbacila u nizvodni zajednički žučni vod ili tanko crijevo. Prednosti vanjsko-unutarnje PTBD-a uključuju poboljšanu sigurnost katetera u odnosu na vanjsku drenažu, izbjegavanje drenažne vrećice, jednostavnu zamjenu katetera preko žice vodilice i odličan pristup za pomoćno liječenje benignih ili malignih striktura. Nedostaci uključuju čestu okluziju katetera ostacima (obično sluzi koju proizvodi tanko crijevo) i izlazak katetera iz tijela, što može biti neugodno ili može ograničiti životni stil nekih pacijenata (29).

## 7.6. Komplikacije

Studija koja je istraživala perkutanu bilijarnu dekompresiju između unutarnje i vanjske drenaže u 50 bolesnika zaključila je da su komplikacije podijeljene na one prisutne odmah nakon zahvata te na odgođene (30).

Komplikacije nastale odmah nakon zahvata bile su: krvarenje u trbušnu šupljinu, krv u bilijarnom stablu, sepsa, temperatura, pankreatitis, hematotoraks, bol na strani gdje se nalazi kateter. Odgođenih komplikacija je nešto manje, a najčešće su: dermatitis na mjestu katetera, promjena i začepljenje katetera te epizodni kolangitis (30).

Uz povećanu stručnost i bolju instrumentaciju, promatrana tehnička stopa uspješnosti PTBD-a je ~90–95% s manje komplikacija koje se danas uočavaju. Te se komplikacije mogu dodatno smanjiti držanjem bilijarne manipulacije na minimum i dobrom pokrivenošću antibioticima (31).

Perikatetersko curenje (curenje žuči duž katetera) je često uočena komplikacija. To može biti zbog bočnih rupa katetera koji leže izvan bilijarnog sustava, pregiba/bloka katetera ili ascitesa. Liječenje se u takvim slučajevima sastoji od repozicioniranja ili nadogradnje katetera ovisno o nalazima kontrolnog kolangiograma (31).

Pleuralni izljev, pneumotoraks (nenamjerna pleuralna punkcija) nastaju pomicanjem katetera koje je češće kod vanjskih nego kod unutarnjih drenažnih katetera zbog boljeg učvršćenja u potonjima. Može se upravljati repozicioniranjem ili sondiranjem pomoću žice za navođenje kroz trakt prethodnog katetera (31).

Kolangitis i bilijarna sepsa su neizbježne komplikacije koje se mogu pojaviti unatoč adekvatnoj antibiotskoj pokrivenosti. Iako je točna etiologija nepoznata, može nastati zbog mnoštva čimbenika kao što su retrogradni refluks crijevne flore tijekom zahvata, *ex vitro* praćenje infekcije duž drenažnog katetera ili može biti hematogenog porijekla. Profilaktički treba primijeniti intravenske antibiotike širokog spektra koji pokrivaju Gram-negativne bakterije. Osim toga, tijekom postupka manipulacije treba svesti na minimum uz ograničenu upotrebu jodiranog kontrasta tijekom proceduralne kolangiografije. U takvim slučajevima treba provoditi simptomatsko liječenje nastavkom uzimanja antibiotika i održavanjem ravnoteže tekućine (31).

Hemoragija/hemobilija nakon PTBD-a obično je prolazna i rjeđe se viđa s više periferne punkcije bilijarnog stabla. Budući da jetrena arterija i portalna vena također prate prošireno žučno stablo, bočne rupe drenažnog katetera mogu se smjestiti u te vaskularne strukture, što se može ispraviti premještanjem katetera (31).

Iznenadno krvarenje u bilijarni trakt ili hemobilija koja se javlja 1-2 tjedna nakon zahvata obično je posljedica ozljede arterije (aktivna ekstravazacija ili pseudoaneurizma), osobito ako je pulsirajuća i postoji perikatetersko krvarenje. U takvim slučajevima potrebno je učiniti angiografiju nakon koje slijedi embolizacija arterije koja krvari (31).

Također kao komplikacija može biti i jarko crvena pulsirajuća krv iz koja dolazi iz cijevi ili mjesta uboda. Tada se radi angiogram jetre kako bi se procijenila fistula jetrene arterije do portalne vene ili pseudoaneurizma jetrene arterije. Ako ozljeda nije odmah vidljiva, često je korisno ponoviti angiogram nakon što je cijev uklonjena preko žice vodilice. Ako se ustanovi ozljeda arterije, provodi se embolizacija pomoću gel pjene i spirala. Obično se daje prednost subselektivnoj embolizaciji, ali kod većine bolesnika može biti dovoljna proksimalna embolizacija ako je potrebno kada je distalna kateterizacija teška (32).

## 8. KONTRASTNA SREDSTVA

Kontrastna sredstva korištena u tehnici perkutane biljarne drenaže ubrizgavaju se u žučni kanal kako bi se omogućilo prikazivanje na rendgenskim slikama, odnosno kako bi se prikazao put žučnih vodova. Prilikom apliciranja koriste se niskoosmolarna kontrastna sredstva.

Značenje kontrastnih sredstava prepoznato je gotovo istodobno s otkrićem X-zraka. Puno struktura u tijelu ostaje nevidljivo na rendgenskoj snimci i može se poboljšati samo upotrebom kontrastnog sredstva. Kao rezultat toga, uloženo je puno truda da se kontrastna sredstva i tehnike njihovog korištenja bolje prilagode dijagnostičkim zahtjevima i da se razviju proizvodi koji su što prihvatljiviji. U isto vrijeme, tehnika se nastavila razvijati te se princip kontrastnog sredstva, izvrsno pokazao posebno u novim tehnikama X-zraka i magnetske rezonancije, a također će nedvojbeno povećati dijagnostički potencijal ultrazvuka. Poboljšanje kontrasta također poboljšava kvalitetu morfoloških informacija (33).

Jodirana kontrastna sredstva razvijena su 1920-ih. Počevši od ionskog, visoko osmolarnog kontrastnog materijala (HOCM), kontrastna sredstva prošla su daljnja usavršavanja tijekom 1960-ih uvođenjem neionskih spojeva. Neionski spojevi ne disociraju u vodi; stoga su niže osmolarnosti. Niskoosmolarna kontrastna sredstva (LOCM) prošla su daljnju evoluciju s povećanjem hidroksilnih skupina koje su zamijenile karboksilne skupine radi dodatne topivosti u vodi. Niža osmolarnost i povećana topljivost u vodi smanjuju toksičnost LOCM-a. Ranije korišteni HOCM imaju znatno veću učestalost nuspojava u usporedbi s modernim LOCM-ovima. Upotreba kontrastnih materijala posljedično je eksponencijalno porasla jer su se ti agensi pokazali iznimno sigurnima s malom učestalošću nuspojava. Za pružanje visokokvalitetne zdravstvene skrbi ključni su napori usmjereni na smanjenje rizika od reakcija na kontrast (34).

## 9. CILJEVI I HIPOTEZE

### *Ciljevi istraživanja:*

1. Utvrditi povezanost duljine trajanja zahvata perkutane bilijarne drenaže kod bolesnika s metodom vanjske, vanjsko-unutarnje bilijarne drenaže sa apsorbiranom dozom na pacijenta.
2. Ispitati povezanost apsorbirane doze kod zahvata perkutane bilijarne drenaže i ITM pacijenta.
3. Ispitati spolnu distribuciju pacijenata koji su podvrgnuti zahvatu perkutane bilijarne drenaže.

### *Hipoteze:*

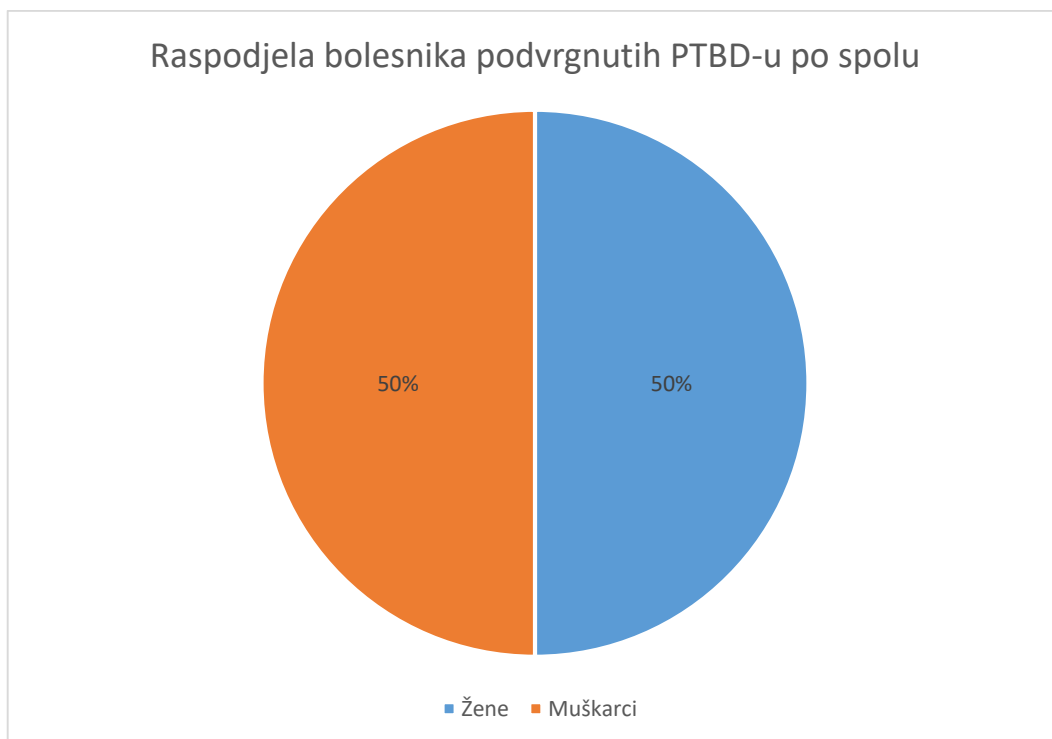
1. Kod pacijenata koji su podvrgnuti zahvatu perkutane bilijarne drenaže metodom vanjsko-unutarnje bilijarne drenaže apsorbirana doza je veća nego kod zahvata metodom vanjske bilijarne drenaže.
2. ITM pacijenta pozitivno korelira sa apsorbiranom dozom kod zahvata perkutane bilijarne drenaže.
3. Više je muškaraca podvrgnuto zahvatu perkutane bilijarne drenaže nego žena.

## 10. ISPITANICI (MATERIJALI) I METODE

Materijali za provedbu istraživanja dobiveni su pretraživanjem i analizom bolničke baze podataka (ISSA) i arhive intervencijske radiologije za bolesnike koji su bili podvrgnuti tretmanu bilijarnih drenaža u razdoblju od 1.1.2020. do 22.02.2023., u Kliničkom bolničkom centru (KBC) Rijeka. Podaci o bolesnicima prikupljeni su retrospektivno, ukupan broj pronađenih ispitanika bio je 43, no 18 je uzeto u obzir zbog toga jer su neki odustali od zahvata, neki su imali tretman zamjene bilijarnog drena, dok neki nisu imali potpune podatke. Odabranu skupinu ispitanika činili su pacijenti s benignim ili malignim opstrukcijama žučnih vodova. Uzeti su podaci koji uključuju dob i spol pacijenta, vrstu bilijarne drenaže, ukupnu dozu zračenja, visinu, težinu te ITM pacijenta.

## 11. REZULTATI

Ovim istraživanjem ukupno je pronađeno 18 ispitanika koji su bili podvrgnuti zahvatu bilijarnih drenaža u periodu od 1.1.2020. do 22.02.2023. godine u KBC-u Rijeka. Od navedenih 18 pacijenata, 9 (50%) je bilo muškog spola, ženskog spola također 9 (50%), odnosno jednak broj ispitanika. Raspodjela bolesnika prema spolu prikazana je grafom 1.

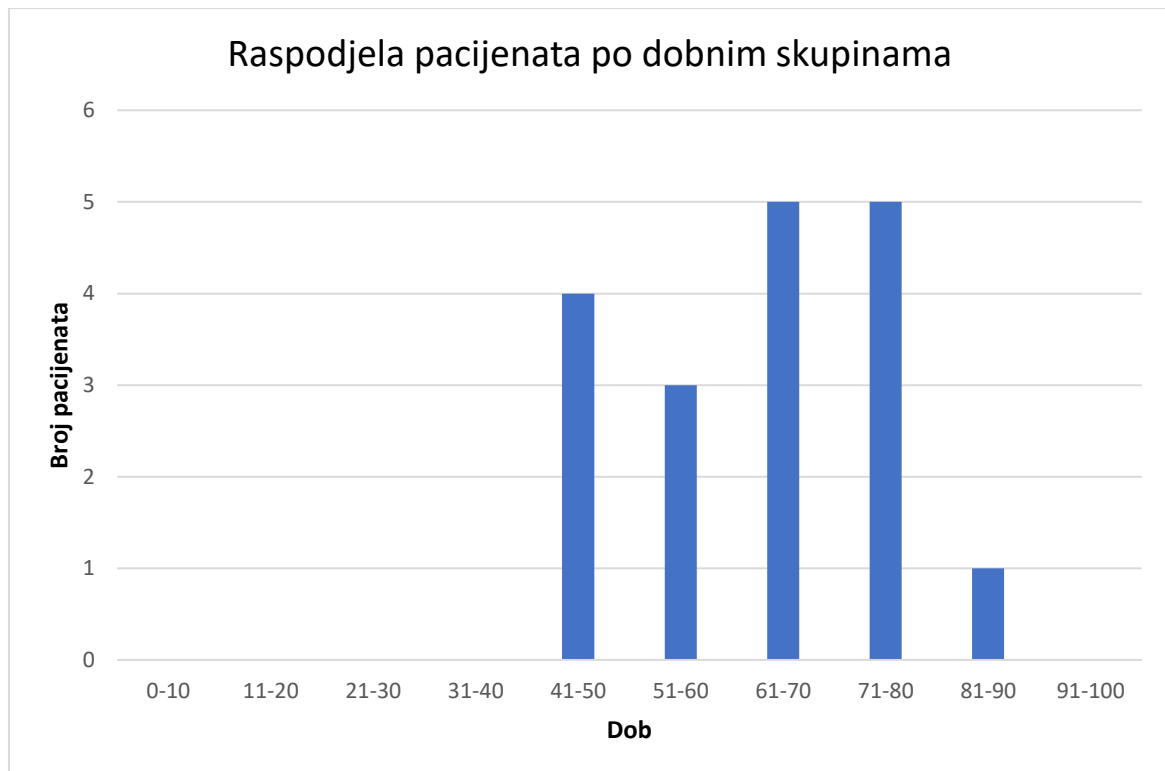


*Graf 1 Raspodjela bolesnika podvrgnutih PTBD-u po spolu*

Osim prema spolu, pacijenti obuhvaćeni ovim istraživanjem, raspoređeni su i prema godinama u dobne skupine. Od navedenih 18 ispitanika najmlađi je imao 41 godinu, a najstariji 83 godine. Prosječna dob ispitanika bila je 63,1 godina. Pacijenti su podijeljeni u 10 dobnih razreda. U dobnom razredu od 41. do 50. godine bila su 4 pacijenta ili 22,2%. Dobni razred od 51. do 60. godine obuhvatio je 3 pacijenta ili 16,7%. 5 pacijenata ili njih 27,8% činili su ispitanici u dobnom razredu od 61. do 70. godine. Također, 5 pacijenata (27,8%) činili su dobni razred

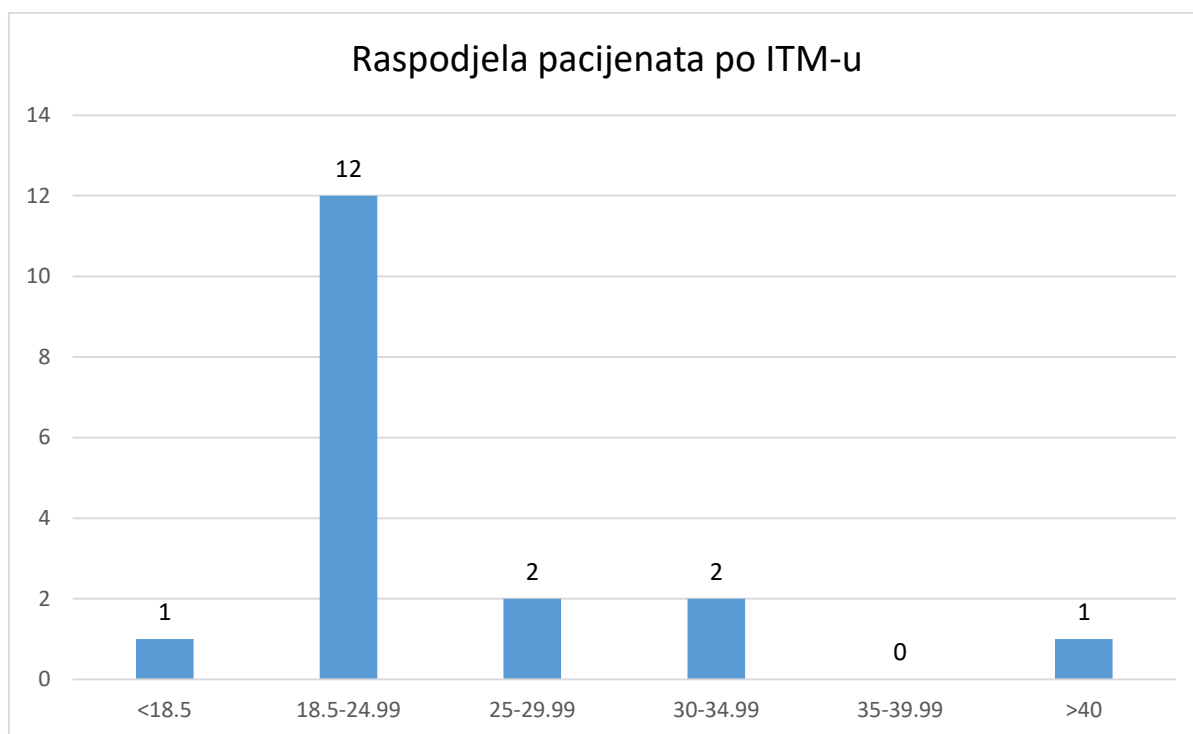


od 71. do 80. godine. Samo 1 pacijent (5,5%) nalazio se u dobnom razredu od 81. do 90. godine. Raspodjela pacijenata podvrgnutih postupku bilijarnih drenaža prema dobnim skupinama prikazana je grafom 2.



Graf 2 Raspodjela pacijenata po dobnim skupinama

Podjelom pacijenata u razrede prema ITM dobiveni su sljedeći podaci: najviše pacijenata bilo je u razredu od 15.5 do 24.99 što odgovara rasponu normalne tjelesne težine. U razredu <18.5 koji odgovara razredu pothranjenosti bio je 1 pacijent. Prekomjerna težina odnosi se na raspon od 25-29.99 te se su se tu nalazila 2 pacijenta. Također, 2 pacijenta bila su u razredu od 30-34.99 te taj razred označava pretilost tipa I. Te u razredu pretilosti tipa III, raspon >40 bila je 1 pacijentica. Opisano je prikazano grafom 3.



Graf 3 Raspodjela pacijenata po ITM-u

Ovim istraživanjem cilj je bio ispitati povezanost apsorbirane doze kod zahvata perkutane bilijarne drenaže i ITM pacijenta. Zbog toga je nužno bilo ispitati prvo ima li statistički značajne razlike ITM-a između dvije skupine.

	Skupina	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ITM	Vanjsko-unutarnja	5	26.6200	8.77536	3.92446
	Vanjska	13	23.6077	4.59192	1.27357

Tablica 1. Prikaz skupine pacijenata u odnosu na ITM

Nema statistički značajne razlike u ITM između dvije skupine ( $t=0.967$ ,  $p=0.348$ ),  $SS=16$ .

Tablicom 1. prikazane su dvije skupine pacijenata. Oznaka ITM predstavlja indeks tjelesne mase. Grupa „vanjsko-unutarnja“ predstavlja pacijente koji su bili podvrgnuti vanjsko-unutarnjoj bilijarnoj drenaži te je njih bilo ukupno 5. Skupina „vanjska“ predstavlja pacijente

koji su bili podvrgnuti vanjskoj bilijarnoj drenaži, te je njih bilo ukupno 13. Ovdje je bilo važno prikazati da između ove dvije skupine pacijenata ne postoji značajna razlika u indeksu tjelesne težine, što je preduvjet za daljnju usporedbu doze između dvije skupine.

Zatim, kada je dokazano da nema značajne razlike u ITM-u uspoređivane su apsorbirane doze prilikom različitih vrsta zahvata.

	Skupina	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Doza	Vanjsko-unutarnja	5	117.2000	83.53861	37.35960
	Vanjska	13	49.7231	62.17024	17.24292

Tablica 2. Prikaz skupine pacijenata u odnosu na dozu

Razlika nije statistički značajna ( $t=1.882$ ,  $p=0.78$ ), no  $p$  je graničan  $p < 0.10$

Odnosno, pokazano je da ne postoji značajna razlika između apsorbiranih doza koje pacijenti prime prilikom različitih vrsta PTBD-a.

Također, da bi bilo vjerodostojno da razlika nije značajna, ispitana je razlika u dozi još i neparametrijskim medijan testom.

**Hypothesis Test Summary**

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The medians of doza are the same across categories of skupina.	Independent-Samples Median Test	.294 <sup>2</sup>	Retain the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.

<sup>1</sup>Exact significance is displayed for this test.

<sup>2</sup>Fisher Exact Sig.

Tablica 3 Neparametrijski medijan test

Neparametrijskim medijan testom dokazano je opet da razlika nije statistički značajna.

Naposljetku, ovo istraživanje ispitalo je korelacije između doze i trajanja te između ITM-a i doze.

		trajanje	BMI	doza
Trajanje	Pearson Correlation	1	.137	.735**
	Sig. (2-tailed)		.587	.001
	N	18	18	18
ITM	Pearson Correlation	.137	1	.456
	Sig. (2-tailed)	.587		.057
	N	18	18	18
Doza	Pearson Correlation	.735**	.456	1
	Sig. (2-tailed)	.001	.057	
	N	18	18	18

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*Tablica 4 Korelacije*

Tablicom 4 prikazani su odnosi između trajanja zahvata, ITM-a i doza koji su opisani Pearsonovim koeficijentom.

Dobiven je značajni koeficijent korelacije između doze i trajanja. Između ITM-a i doze je graničan – te bi se mogao uzeti kao značajan. Zadnjim ispitivanjem između trajanja zahvata i ITM-a utvrđeno je da nema korelacije.

## 12. RASPRAVA

Od 43 pronađena pacijenta u istraživanje je bilo uključeno sveukupno 18 pacijenata koji su u periodu od 1.1.2020. do 22.02.2023. bili podvrgnuti zahvatu perkutane bilijarne drenaže. Ostalih 25 pacijenata bili su isključeni iz istraživanja jer nisu imali potpune podatke potrebne za izračun, neki su odustali od zahvata, a nekoliko je radilo tretman zamjene bilijarnog drena. Zahvati su bili obavljeni u Kliničkom bolničkom centru Rijeka.

Pacijente koje smo dobili pretraživanjem sustava podijelili smo u razrede prema spolu, dobi i indeksu tjelesne težine.

Dobiveni rezultati pokazuju da su od sveukupnog broja pacijenata bile 9 osoba muškog spola (50 %) i 9 osoba ženskog spola (50 %). Shodno tome može se zaključiti da je jednaka zastupljenost spolova bila podvrgnuta ovom zahvatu.

Promatrajući dob i raspored pacijenata po dobnim skupinama dalo se zaključiti sljedeće: Raspon godina seže od 41 do 83 godine, stoga je najmlađi pacijent imao 41 godinu, a najstariji pacijent imao je 83 godine. Najmanji broj pacijenata bio je u razredu od 81 do 90 godine, samo 1 registriran.

Osim prema spolu i dobi, pacijenti su bili razvrstani u razrede prema indeksu tjelesne mase. Prema ovoj podjeli najviše je pacijenata bilo u razredu od 18,5 do 24,99 koji predstavlja normalnu tjelesnu težinu. U tom razredu bilo je 12 pacijenata. Samo jedna osoba nalazi se u razredu >40 koji predstavlja debljinu III razreda, odnosno tešku pretilost te samo 1 osoba u razredu <18.5 što predstavlja razred pothranjenosti.

Budući da je cilj istraživanja bio prikazati utječe li povezanost duljine trajanja zahvata perkutane bilijarne drenaže kod bolesnika s metodom vanjske, vanjsko-unutarnje bilijarne drenaže sa apsorbiranom dozom na pacijenta učinjeno je sljedeće:

Daljnijim istraživanjem u konačnu analizu od ukupno 43 bolesnika ulazi njih 13 koji su bili podvrgnuti zahvatu vanjske bilijarne drenaže kao i 5 bolesnika koji su bili podvrgnuti vanjsko-unutarnjoj bilijarnoj drenaži. Izračunat je t-test koji nije pokazao značajnu razliku u ITM ove dvije grupe bolesnika ( $t=0.967$ ,  $p=0.348$ ). Potom je izračunat t-test za nezavisne uzorke primljene doze. Prosječna doza za skupinu bolesnika koji su bili podvrgnuti vanjskoj bilijarnoj

drenaži iznosila je 49,7 mGy, dok je kod pacijenata podvrgnutih tretmanu vanjsko - unutarnje bilijarne drenaže iznosila 117 mGy. Prosječno vrijeme trajanja zahvata vanjske bilijarne drenaže iznosilo je 46 minuta, dok vanjsko-unutarnje 66 min. Rezultati su pokazali da razlika u dozi nije statistički značajna ( $t=1.882$ ,  $p=0.78$ ).

Također, Pearsonovim koeficijentom korelacije pokazana je pozitivna korelacija između doze i trajanja zahvata. Između ITM-a i doze je graničan koeficijent korelacije te bi se mogao uzeti kao značajan. Dok, između trajanja zahvata i ITM-a nema korelacije.

## 13. ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje rezultiralo je sljedećim zaključcima:

- Od ukupno 18 bolesnika koji su u razdoblju od 1.1.2020. do 22.02.2023. bili podvrgnuti zahvatu bilijarnih drenaža, 9 je bilo muškog i 9 ženskog spola
- Nadalje, prosječna dob bila je 63,1 godina s time da je najmlađi bolesnik imao 41 godinu, a najstariji 83 godine
- S obzirom na podjelu pacijenata prema indeksu tjelesne težine dobiven je podatak da najviše pacijenata spada u skupinu normalne tjelesne težine
- Shodno dobivenim rezultatima:
  1. Hipoteza 1 se odbacuje, s obzirom da nije dobivena značajna razlika u dozi zračenja između dvije skupine ispitanika.
  2. Hipoteza 2 se može prihvatiti, s obzirom da je u ispitanika statistička značajnost korelacije bila granična. Potrebno je učiniti istraživanje na većem broju pacijenata.
  3. Hipoteza 3 se odbacuje. Jednak je broj muškaraca i žena koji su podvrgnuti zahvatu perkutane bilijarne drenaže.

## 14. LITERATURA

1. Mondschein JI. Hepatobiliary and Portal Venous Interventions. Radiology Secrets Plus. 3rd ed. 2011. Chapter 34,245-250 p.
2. Kim, J.H., Song, H.Y., Shin, J.H., Yoon, H.K., Ko, G.Y., Kim, K.R. and Gwon, D.I. Percutaneous transhepatic biliary drainage in patients with malignant biliary obstruction: effects of positive contrast cholangiography on procedure-related radiation doses. Journal of Vascular and Interventional Radiology. 2014;25(10):1555-1561.
3. Katsanos, K.H., Sabharwal, T., Koletsis, E., Spiliopoulos, S., Diamantopoulos, A., Krokidis, M., Siablis, D., Liatsos, C., Karnabatidis, D. and Adam, A. Percutaneous transhepatic biliary drainage: effects on radiation exposure and cost of changing operator learning curve in the era of endoscopic ultrasound. Journal of Gastroenterology and Hepatology. 2016;31(1):247-253.
4. Stratakis J, Damilakis J, Hatzidakis A, Perisinakis K, Gourtsoyiannis N. Radiation Dose and Risk from Fluoroscopically Guided Percutaneous Transhepatic Biliary Procedures. Journal of Vascular and Interventional Radiology. 2006;17(1):77–84.  
<https://doi.org/10.1097/01.RVI.0000188754.97465.13>
5. Hong, I.T., Lee, J.M., Kim, J.H., Yoon, J.H., Lee, J.K., Choi, M.H. and Han, J.K. Radiation dose reduction during percutaneous transhepatic biliary drainage: Usefulness of an additional copper filter. European Journal of Radiology. 2017;90(1):122-127.
6. Belghiti J, Jarnagin WR. Blumgart's surgery of the liver, biliary tract, and pancreas. 7th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2017.
7. Zakim D, Boyer TD. Hepatology: A Textbook of Liver Disease. 3rd rev.ed. Saunders;1996.3p.
8. Becker FF. The Liver, Normal And Abnormal Functions (the Biochemistry Of Disease ; 5). New York: Marcel Dekker; 1974. 4-5p.
9. Boyer JL. Bile Formation and Secretion. Comprehensive Physiology [Internet]. 2013;(3). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4091928/>
10. Chiang JYL. Bile Acid Metabolism and Signaling. Comprehensive Physiology. [Internet]. 2013;3(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23897684/>
11. Khoshnaw K, Gaillard F. Gallbladder. Radiopaediaorg. [Internet]. 2010. Available from: <https://radiopaedia.org/articles/gallbladder?lang=us>
12. Abdel-Misih SR Z., Bloomston M. Liver Anatomy. Surgical Clinics of North America [Internet]. 2010. Aug;90(4):643–53. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4038911/>



13. International Atomic Energy Agency. Diagnostic radiology physics : a handbook for teachers and students. Vienna: Intl Atomic Energy Agency; 2013; 183-206.
14. Fauber TL. Radiographic imaging & exposure. St. Louis, Mo.: Mosby Elsevier; 2009. 16-20p.
15. Blanco S, Andisco D. Dosimetry in Radiology. www.academia.edu [Internet]. Available from: [https://www.academia.edu/10170154/Dosimetry\\_in\\_Radiology](https://www.academia.edu/10170154/Dosimetry_in_Radiology)
16. Chemmanur AT, Smith JG, Wu GY. Biliary Disease: Background, Pathophysiology, Etiology. Medscape Drugs & Diseases [Internet]. 2020. <https://emedicine.medscape.com/article/171386-overview>
17. Reynolds BM, Dargan EL. Acute obstructive cholangitis; a distinct clinical syndrome. Annals of Surgery. 1959;150(2):299-303.
18. İlgin Özden, Yaman Tekant, Orhan Bilge, Koray Acarli, Alper A, Emre A, et al. Endoscopic and radiologic interventions as the leading causes of severe cholangitis in a tertiary referral center. 2005 Jun 1;189(6):702–6.
19. Kimura Y, Takada T, Kawarada Y, et al. Definitions, pathophysiology, and epidemiology of acute cholangitis and cholecystitis: Tokyo Guidelines. J Hepatobiliary Pancreat Surg 2007;14:15-26.
20. Gigot JF, Leese T, Dereme T, et al. Acute cholangitis. Multivariate analysis of risk factors. Ann Surg 1989;209:435-8.
21. Kremer AE, Beuers U, Oude-Elferink RP, et al. Pathogenesis and treatment of pruritus in cholestasis. Drugs 2008;68:2163-82.
22. Hooman Yarmohammadi, Covey AM. Percutaneous biliary interventions and complications in malignant bile duct obstruction. 2016 Oct 1;5(5):68–8.
23. Kremer AE, Job J.W.W. Martens, Kulik W, Franziska Ruëff, Kuiper E, Buuren van, et al. Lysophosphatidic Acid Is a Potential Mediator of Cholestatic Pruritus. 2010 Sep 1;139(3):1008-1018.
24. Abraham NS, Barkun JS, Barkun AN. Palliation of malignant biliary obstruction: A prospective trial examining impact on quality of life. Gastrointestinal Endoscopy. 2002;56(6):835–41.
25. Liu F, Li Y, Wei Y, Li B. Preoperative Biliary Drainage Before Resection for Hilar Cholangiocarcinoma: Whether or Not? A Systematic Review. 2010;56(3):663–72.
26. Wang A, Kurinchi Selvan Gurusamy, Lin H, Xie X, Wang C. Preoperative biliary drainage for obstructive jaundice. 2008
27. Ring E, Kerlan R. Interventional biliary radiology. American Journal of Roentgenology. 1984;142(1):31–4.
28. Mathevosian S, Arslan B, Ahmed O. Biliary Interventions: Tools and Techniques of the Trade, Access, Cholangiography, Biopsy, Cholangioscopy, Cholangioplasty, Stenting, Stone Extraction, and Brachytherapy. Seminars in Interventional Radiology. 2016 Oct 31;33(04):283–90.

29. Karim Valji. Vascular and interventional radiology. Philadelphia, Pennsylvania: Saunders/Elsevier; 2006;545-560
30. Berquist T, May G, Johnson C, Adson M, Thistle J. Percutaneous biliary decompression: internal and external drainage in 50 patients. American Journal of Roentgenology. 1981 May 1;136(5):901–906.
31. Burke DR, Lewis CA, Cardella JF, Citron SJ, Drooz AT, Haskal ZJ, et al. Quality improvement guidelines for percutaneous transhepatic cholangiography and biliary drainage. Journal of vascular and interventional radiology: JVIR [Internet]. 2003;14(9 Pt 2):243-246. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14514826/>
32. Funaki B. Percutaneous Biliary Drainage. 2007;24(2):268–71. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3036415/>
33. Speck U. X-Ray Contrast Media. Springer Science & Business Media; 2012. 8-9p.
34. Practicing safe use of nonionic, low-osmolarity iodinated contrast [Internet]. Appliedradiology.com. 2018. Available from: <https://appliedradiology.com/articles/practicing-safe-use-of-nonionic-low-osmolarity-iodinated-contrast>

## 15. PRIVITCI

### Slike

Slika 1 Anatomija jetre (Izvor: Zakim D, Boyer TD. Hepatology: A Textbook of Liver Disease) .	4
Slika 2 Anatomija bilijarnog stabla (izvor: <a href="https://radiologykey.com/the-biliary-tree/">https://radiologykey.com/the-biliary-tree/</a> ) .....	9
Slika 3 Struktura rendgenske cijevi (izvor: Fauber TL. Radiographic imaging & exposure.) ....	11
Slika 4 Izgled fluoroskopskog uređaja (izvor: <a href="https://ecommedical.com/equipment-interventional-radiology-instruments-explained/">https://ecommedical.com/equipment-interventional-radiology-instruments-explained/</a> ) .....	14
Slika 5 Opstrukcija zajedničkog žučnog voda u bolesnika s karcinomom gušterače (izvor: <a href="https://emedicine.medscape.com/article/1828052-overview#a2">https://emedicine.medscape.com/article/1828052-overview#a2</a> ) .....	18
Slika 6 Perkutana bilijarna drenaža (izvor: <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5088091/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5088091/</a> ) .....	23

### Tablice

Tablica 1 Prikaz skupine pacijenata u odnosu na ITM.....	32
Tablica 2 Prikaz skupine pacijenata u odnosu na dozu .....	33
Tablica 3 Neparametrijski medijan test .....	33
Tablica 4 Korelacije.....	34

### Grafovi

Graf 1 Raspodjela bolesnika podvrgnutih PTBD-u po spolu .....	30
Graf 2 Raspodjela pacijenata po dobnim skupinama .....	31
Graf 3 Raspodjela pacijenata po ITM-u.....	32

## 16. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 6. travnja 2002. godine u Rijeci. U gradu Senju sam završila Osnovnu školu Silvija Strahimira Kranjčevića, nakon čega sam se upisala u opći smjer gimnazije Srednje škole Pavla Rittera Vitezovića. Nakon što sam položila maturu, 2020. godine sam upisala Preddiplomski stručni studij Radiološke tehnologije na Fakultetu zdravstvenih studija, Sveučilišta u Rijeci.