

Raja Gošnak Dahmane¹, Marija Hribernik²

Anatomija štirih jetrnih sistemov in delitev jeter na funkcionalne enote

Anatomy of Four Liver Systems and Liver Division into Functional Units

IZVLEČEK

KLJUČNE BESEDE: jeter, funkcionalna anatomija, jetrna sekcija, jetrni segment

Funkcionalna anatomija jeter temelji na razporeditvi štirih sistemov znotraj jeter: portalnega in arterijskega ter sistema žolčnih vodov in jetrnih ven. Na osnovi znotrajhepatičnega poteka in vejitve sistemov razdelimo jetra na levo in desno polovico, štiri sekcije oz. na osem segmentov. Vsaka enota ima svoj portalni pedikel, ki ga sestavljajo veja portalne vene in jetrne arterije ter žolčni vod. Vsaka polovica jeter, sekcija oz. segment je zato samostojna funkcionalna enota. Četrty jetrni sistem, sistem jetrnih ven, poteka proti spodnji votli veni in ima drugačno smer kot portalni pedikli. Glavne jetrne vene potekajo v intersekcijskih ravninah in zagotavljajo vensko drenažo iz dveh sosednjih sekcij. Poznavanje funkcionalne anatomije jeter, ki vključuje delitev jeter na segmente in sekcije, je osnova za natančno lokalizacijo patološkega procesa v jetrih, za varno kirurško terapijo in radiološke posege.

ABSTRACT

KEY WORDS: liver, functional anatomy, liver section, liver segment

Functional anatomy of the liver is based on three-dimensional arrangement of four liver systems – portal, arterial, biliary and the system of hepatic veins. On the basis of the intrahepatic course and branching pattern of the systems, the liver is divided into the left and right hemiliver, four sections or eight segments. Each liver unit has its own portal pedicle, composed of portal, arterial and biliary branch and is therefore functionally independent. The fourth liver system is the system of hepatic veins which run towards the inferior vena cava in other direction than the portal pedicle. The main hepatic veins follow the intersectional planes and provide venous drainage for the two adjacent sections. Knowledge of the liver functional anatomy, including liver division into segments and sections, is the basis for accurate localization of pathological process in the liver and safe surgical treatment and radiological intervention.

¹ Doc. dr. Raja Gošnak Dahmane, dr. med., Zdravstvena fakulteta, Univerza v Ljubljani, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana; raja.dahmane@guest.arnes.si

² Izr. prof. dr. Marija Hribernik, dr. med., Inštitut za anatomijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Korytkova ulica 2, 1000 Ljubljana

UVOD

Klasična morfološka anatomija natančno opisuje površinske značilnosti jeter: desno in levo sagitalno brazdo (*fissura sagittalis dextra et sinistra*) z vsebino, jetrne vezi, odtise sosednjih organov in strukture v jetrni lini (*porta hepatis*). Meja med desnim in levim jetrnim režnjem (*lobus hepaticus dexter et sinister*) poteka na diafragmalni ploskvi po jetrnem falciformnem ligamentu (*ligamentum falciforme hepatis*), na visceralni pa po levi sagitalni brazdi. Desni jetrni reženj je večji od levega, ker mu pripadata kvadratni in repati reženj (*lobus quadratus et lobus caudatus*), ki ležita desno od leve sagitalne brazde (slika 1). Najpogostejše je opisan le izvenhepatični potek jetrnih žil in žolčnih vodov, kar pa je premalo natančna osnova za sodobne kirurške posege na jetrih.

ŠTIRJE »VOTLI« JETRNI SISTEMI IN DELITEV JETER

V preteklosti so posegi na jetrih kirurgom vzbujali strah, ker so jetra obravnavali kot »gobo, napolnjeno s krvjo«. Skozi jetra namreč potekajo poleg limfnega še štirje »votli« sistemi: dva aferentna – portalni in arterijski – ter dva eferentna – sistem jetrnih ven in žolčni sistem. Raziskave Hjortsjöja, Healeyja in Schroyja ter Couinauda so pripeljale do novih spoznanj o poteku in razporeditvi štirih sistemov znotraj jeter ter tako do funkcionalne anatomije jeter, ki je omogočila razvoj anatomsko naravnane jetrne kirurgije (1–3). Danes uporabljamo za prikaz notranje anatomije jeter predvsem zelo natančne morfološke preiskovalne metode (računalniška tomografija, pregled z ultrazvokom in magnetnorezonančno slikanje). Moderna jetrna kirurgija temelji na funkcionalni anatomiji in s tem na delitvi jeter na podenote na osnovi vejitve jetrnih žil in žolčnih vodov. Poznavanje poteka, medsebojnega odnosa in različic vseh štirih jetrnih sistemov omogoča varne, anatomsko naravnane resekcije jeter z ohranitvijo čim več funkcionalnega tkiva in ob čim manjši izgubi krvi.

Na osnovi vejitve in poteka žil ter žolčnih vodov razdelimo jetra na funkcionalno samostojne enote: na levo in desno polovico, nada-

lje na štiri sekcije in končno na osem segmentov. V nadaljevanju prispevka je poimenovane jetrnih enot skladno s Terminologijo jetrne anatomije in resekcij Brisbane 2000 (angl. *The Brisbane 2000 Terminology of Liver Anatomy and Resections*) (2–4).

Portalni pedikel

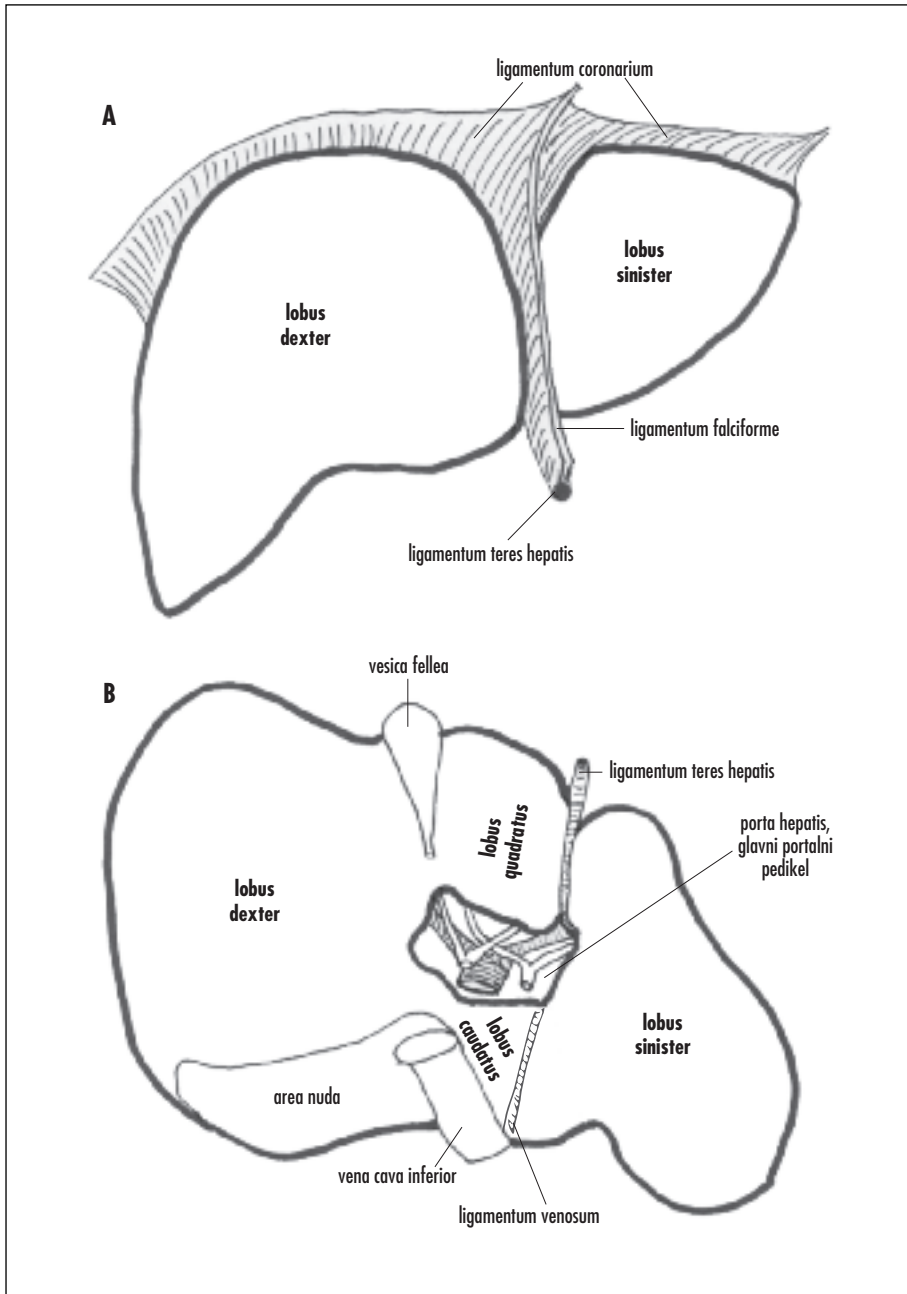
Portalni pedikel je trias struktur, ki ga sestavljajo veje portalne vene (*vena portae hepatis*), jetrne arterije, pritoki žolčnih vodov in mezgovnice (slika 2 – mezgovnice na sliki niso vidne). Portalni pedikel vstopa v vsako jetrno enoto in ji zagotavlja funkcionalno samostojnost. Skozi jetrno lino (*porta hepatis*) vstopa v jetra glavni portalni pedikel, ki ga sestavljajo portalna vena, jetrna arterija (*arteria hepatica propria*) in skupni jetrni vod (*ductus hepaticus communis*). Glavni portalni pedikel se deli na levi in desni portalni pedikel, vsak za svojo polovico jeter. Levi in desni portalni pedikel se nadalje razdelita vsak na dva sekciska portalna pedikla za štiri jetrne sekcije. Vsak sekciski portalni pedikel oskrbuje svojo jetrno sekcijo in se praviloma deli na dva segmentna portalna pedikla. Segmentni portalni pedikel vstopa v jetrni segment, ki je osnovna in hkrati najmanjša funkcionalno samostojna jetrna enota.

Znotraj segmenta se strukture portalnega pedikla nadalje delijo in potekajo praviloma skupaj in skladno. Neskladnost v poteku portalnega, arterijskega in žolčnega sistema se pogostejše pojavi na nivoju sekcijskega ali glavnega portalnega pedikla.

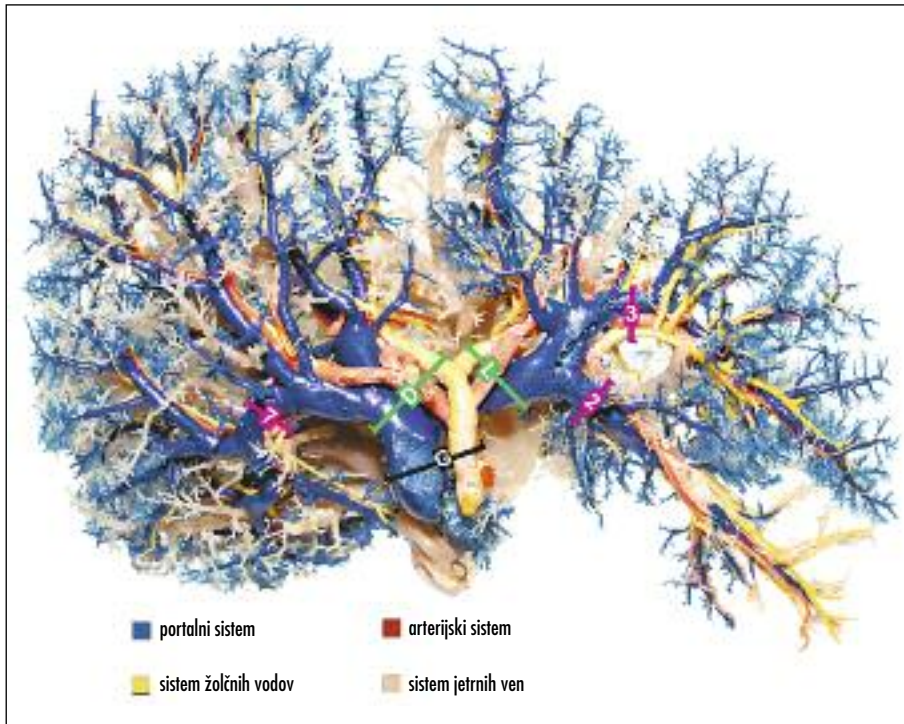
Sistem jetrnih ven

Vsaka jetrna enota potrebuje za funkcionalno samostojnost še četrti »votli« sistem, sistem jetrnih ven, ki ima drugačen potek kot portalni pedikli. Jetrne vene ne vstopajo v jetrno enoto (npr. jetrni segment) skupaj s portalnim pediklom, pač pa potekajo med jetrnimi enotami ter se na koncu združijo v dve ali tri glavne jetrne vene, ki se vlivajo v spodnjo votlo veno (*vena cava inferior*).

Od ravni hepatoduodenalnega ligamenta (*ligamentum hepatoduodenale*) preko jetrne line pa do segmentne ravni se dokaj pogosto pojavljajo različice poteka in vejitve portalnega, arterijskega in žolčnega sistema. Prav tako



Slika 1. Klasična anatomska delitev in strukture na površini jeter. A – Diafragmalna ploskev. Jetrni falciformni ligament (*ligamentum falciforme hepatis*) razmejuje desni (*lobus dexter*) in levi (*lobus sinister*) jetrni reženi. B – Visceralna ploskev. V levi sagitalni brazdi (*fissura sagittalis sinistra*), ki razmejuje desni in levi jetrni reženi, je spredaj okrogla jetrna vez (*ligamentum teres hepatis*) in zadaj venski ligament (*ligamentum venosum*). V desni sagitalni brazdi (*fissura sagittalis dextra*) leži spredaj žolčnik (*vesica fellea*), zadaj pa poteka spodnja votla vena (*vena cava inferior*). Skozi jetrno lino (*porta hepatis*) vstopa glavni portalni pedikel s portalno veno (*vena portae hepatis*) na sredini, levo ob njej je jetrna arterija (*arteria hepatica propria*), desno pa skupni jetrni vod (*ductus hepaticus communis*).



Slika 2. Portalni pedikli na korazijskem preparatu jetrnih žil in žolčnih vodov. G – glavni portalni pedikel, D – desni portalni pedikel, L – levi portalni pedikel, 2, 3, 7 – segmentni portalni pedikli za 2., 3. in 7. jetrni segment.

188

so dokaj pogoste različice jetrnih ven. V nadaljevanju je opisan prevladujoči način poteka in vejitve vseh štirih jetrnih sistemov.

JETRNE VENE IN FUNKCIONALNE ENOTE

Sistem jetrnih ven se pričinja s centralno veno (*vena centralis*), ki je v središču jetrnega režnjiča (*lobulus*). Od ravni centralne vene do spodnje votle vene se vene postopno združujejo. Venozna kri odteka iz jeter po treh glavnih jetrnih venah (*venae hepaticae*): po zgornji desni, srednji in levi jetrni veni. Srednja in leva jetrna vena se tik pred zlitjem v spodnjo votlo veno pogosto združita v skupno deblo. Poleg glavnih so vedno prisotne še kratke (subhepatične) vene, ki vodijo neposredno v spodnjo votlo veno, pogosto pa se v spodnjo votlo veno vlija tudi spodnja desna jetrna vena. Glavne jetrne vene predstavljajo osnovo za delitev jeter na levo in desno polovico

oz. na sekcije in zagotavljajo vensko drenažo dvema sosednjima sekcijama (slika 3).

Ravnina, ki poteka v osi srednje jetrne vene, od diafragmalne površine jeter skozi sredino žolčnika do spodnje votle vene, deli jetra na desno in levo polovico oz. poteka posteriorno med 4. in 8. segmentom ter anteriorno med 4. in 5. segmentom. Meja med obema polovicama na površini jeter ni vidna. Ravnina, ki poteka v osi zgornje desne jetrne vene, od diafragmalne površine jeter do spodnje votle vene, predstavlja mejo med desno posteriorno in desno anteriorno sekcijo oz. poteka zgoraj (zadaj) med 7. in 8. segmentom ter spodaj (spredaj) med 5. in 6. segmentom. Tudi ta meja na jetrni površini ni vidna. Leva jetrna vena razmejuje levo lateralno od leve medialne sekcije le v zgornjem (zadnjem) delu jeter, nato pa poteka v levi lateralni sekciji. Levi jetrni sekciji sta sicer razmejeni z levo sagitalno brazdo oz. s falciformnim ligamentom, pod katerim lahko poteka vena, ki

Čeprav so bile Couinaudove raziskave jetrnih sistemov ključne za razvoj moderne jetrne kirurgije, pa je s kirurškega vidika njegova delitev jeter na funkcionalne enote, ki temelji na vejitvi portalne vene, manj primerna (3). Po Couinaudu je leva polovica jeter razdeljena na lateralno sekcijo, ki obsega le 2. segment in medialno sekcijo, ki obsega 3. in 4. segment. Lateralna sekcija, ki jo napaja segmentna portalna veja za 2. segment, je tako bistveno manjša (približno ena četrtnina leve polovice jeter) od medialne sekcije, ki jo napaja preostali umbilikalni del leve portalne vene. Kirurško uporabnejša je delitev jeter na osnovi združevanja in poteka žolčnih vodov, ki sta jo predlagala Healey in Schroy (2).

ŽOLČNI SISTEM IN DELITEV NA FUNKCIONALNE ENOTE

Jetrne celice izločajo žolč v drobne žolčne kapilare, ki se postopno združujejo v vedno večje žolčne vode, na koncu pa se izoblikuje skupni jetrni vod (*ductus hepaticus communis*), ki izstopa iz jeter skozi jetrno lino. Iz vsakega jetrnega segmenta izstopa en, lahko pa tudi dva ali redko več segmentnih žolčnih vodov.

V desni polovici jeter se segmentna voda iz 5. in 8. segmenta združita v anteriorni sekcijski vod, segmentna voda iz 6. in 7. segmenta pa v posteriorni sekcijski vod. Oba desna sekcijška voda se združita v desni jetrni vod. Žolčni vodi v desni polovici jeter praviloma potekajo skladno s portalnim in arterijskim sistemom.

V levi polovici jeter žolčni vodi potekajo skladno le z arterijskim, ne pa tudi s portalnim sistemom. Voda iz 2. in 3. segmenta se v področju leve sagitalne brazde združita v skupni (sekcijski) vod, ki se mu v distalnem poteku pridruži še en, lahko pa tudi več vodov iz 4. segmenta. S pridružitvijo slednjega oz. slednjih nastane levi jetrni vod. Levi in desni jetrni vod se v jetrni lini združita v skupni jetrni vod. Ker iz 2. in 3. segmenta praviloma izhaja en skupni (sekcijski) vod, sestavljata omenjena segmenta eno enoto – levo lateralno sekcijo. Četrty segment, ki je približno enako velik kot 2. in 3. segment skupaj, pa predstavlja drugo enoto – levo medialno sekcijo.

V desni polovici jeter torej potekata portalni in žolčni sistem praviloma skladno,

v levi polovici pa se njuna poteka razlikujeta. S kirurškega vidika predstavlja v levi polovici jeter žolčni sistem boljšo osnovo za delitev na funkcionalne enote, zato temelji delitev celih jeter na funkcionalne enote na poteku in združevanju žolčnih vodov.

ARTERIJSKI SISTEM

Iz celiakalnega trunkusa (*truncus coeliacus*) izvira kot ena od treh vej skupna jetrna arterija (*arteria hepatica communis*). Njena končna veja je jetrna arterija, ki oskrbuje jetra z arterijsko krvjo. V jetrni lini se razveji na levo in desno vejo. V desni polovici jeter poteka nadaljnja vejitev na sekcijske in segmentne veje skladno z vejitvijo portalnega in žolčnega sistema, v levi polovici jeter pa le skladno z žolčnim sistemom.

DELITEV JETER IN POIMENOVANJE JETRNH ENOT

V preteklosti so bili strokovnjaki s področja jetrne kirurgije zelo neenotni glede delitve jeter na funkcionalne enote in tudi poimenovanje posameznih jetrnih enot je bilo zelo različno. Ena skupina je zagovarjala Couinaudovo terminologijo in delitev jeter, ki temelji na vejitvi portalnega sistema. Druga skupina je zagovarjala delitev jeter na osnovi združevanja žolčnih vodov, ki sta jo predlagala Healey in Schroy, in iz te delitve izhajajo terminologijo (2). Ker iz poimenovanja jetrnih enot (anatomska terminologija) izhaja poimenovanje resekcij posameznih delov jeter (kirurška terminologija), je bilo zaradi sporazumevanja med jetrnimi kirurgi nujno poenotenje anatomske in kirurške terminologije. Leta 2000 je v avstralskem mestu Brisbane Terminološki odbor IHPBA (angl. *International Hepato-Pancreato-Biliary Association*), ki ga je sestavljalo osem svetovno uveljavljenih jetrnih kirurgov, predlagal poenoteno Terminologijo jetrne anatomije in resekcij Brisbane 2000 (4). Poenotena terminologija temelji predvsem na delitvi jeter na osnovi združevanja žolčnih vodov, delno pa tudi upošteva Couinaudovo terminologijo.

Jetra torej razdelimo na levo in desno polovico, nadalje na štiri sekcije in končno na

osem segmentov. Delitev jeter na funkcionalne enote s poenoteno terminologijo za posamezne jetrne enote je prikazana na sliki 3 (4).

Delitev prvega reda - dve polovici jeter

Jetra so razdeljena na desno in levo polovico s sredinsko jetrno ravnino, ki poteka skozi ležišče žolčnika in žleb spodnje votle vene (Cantilova črta). Meja med polovicama na površini jeter ni vidna, ker pa poteka v osi srednje jetrne vene, jo lahko med operativnim posegom prikažemo z ultrazvočno preiskavo.

Delitev drugega reda - štiri sekcije

Desna polovica jeter je razdeljena z desno intersekcijsko ravnino na anteriorno in posteriorno sekcijo. Meja med desnima sekcijama na površini jeter ni vidna, lahko pa jo prikažemo z ultrazvočno preiskavo, ker poteka v osi zgornje desne jetrne vene. Leva polovica jeter je razdeljena z levo intersekcijsko ravnino na medialno in lateralno sekcijo. Meja med levo lateralno in levo medialno sekcijo je dobro vidna tako na diafragmalni, saj jo tvori falciformni ligament, kot tudi na visceralni površini jeter, kjer jo tvori leva sagitalna brazda.

Delitev tretjega reda - osem segmentov

Vsaka jetrna sekcija, z izjemo leve medialne sekcije, je razdeljena z intersegmentno ravnino na dva segmenta. Meje med segmenti na površini jeter niso vidne. Desna anteriorna sekcija je razdeljena na 5. in 8. segment,

desna posteriorna sekcija pa na 6. in 7. segment. Leva lateralna sekcija je razdeljena na 2. in 3. segment. Leve medialne sekcije ne delimo na dva segmenta, ker delitev nima prave osnove v poteku žolčnih vodov. Pri delitvi tretjega reda poimenujemo levo medialno sekcijo 4. segment. Del leve polovice jeter med sredinsko jetrno črto in levo sagitalno brazdo oz. falciformnim ligamentom lahko torej poimenujemo na dva načina: leva medialna sekcija ali 4. segment.

Prvi segment je del jeter, ki leži pred spodnjo votlo veno in ga v klasični morfološki anatomiji imenujemo *lobus* in *processus caudatus*. Ima vse lastnosti funkcionalno samostojne enote tako kot drugi jetrni segmenti, vendar ga običajno opisujemo ločeno – glede na potek žil in žolčnih vodov namreč delno pripada levi in delno desni polovici jeter. Žile za ta del jeter izvirajo iz bifurkacije portalne vene in iz anastomoznega arterijskega pleteža v jetrni lini, žolčni vodi pa se vlivajo v desni in levi jetrni vod. Venska kri iz tega predela odteka po kratkih jetrnih venah navzad v spodnjo votlo veno.

ZAKLJUČEK

Funkcionalna anatomija jeter temelji na poteku votlih jetrnih sistemov, ki predstavljajo osnovo za delitev jeter na sekcije in segmente. Poznavanje funkcionalne anatomije je nujno za anatomsko orientirane kirurške posege na jetrih, ki zagotavljajo manjšo izgubo krvi pri operacijah, manj pooperativnih zapletov in ohranitev čim več funkcionalnega jetrnega tkiva.

LITERATURA

1. Hjortsjö CH. Die Anatomie der intrahepatischen Gallengänge beim Menschen, mittels röntgen und injektionstechnik studiert nebst Beiträgen zur Kenntnis der inneren Lebertopographie [doktorsko delo]. Lund; 1948.
2. Healey JE, Schroy PC. Anatomy of the biliary ducts within the human liver. Arch Surg. 1953; 66: 599-616.
3. Couinaud C. Le foie. Etudes anatomiques et chirurgicales. Paris: Masson; 1957.
4. Strasberg SM, Belghiti J, Clavien PA, et al. The Brisbane 2000 terminology of liver anatomy and resections. HPB Surg. 2000; 2: 333-9.