

LATVIJAS UNIVERSITĀTES
MEDICĪNAS FAKULTĀTES
PROFESIONĀLĀ BAKALaura STUDIJU PROGRAMMA
„RADIOGRĀFIJA”

**RADIOLOĢIJAS METOŽU PIELIETOJUMS
KRIMINĀLISTIKĀ**

BAKALaura DARBS

Autors: **Viktorija Stepanova**

Stud. apl. Nr. vs19035

Darba vadītājs: Mag. Med., LU MF lektore

Māra Epermane

RĪGA 2022

Anotācija

Bakalaura darba tēma – “Radioloģijas metožu pielietojums kriminālistikā”. Tēmas aktualitāti nosaka tas, ka Latvijā vērojams otrs augstākais vardarbīgo nāves gadījumu skaits un visaugstākais slepkavības gadījumu skaits ES. Būtiski, ka aptuveni desmitajai daļai mirušo nāves cēlonis netiek noteikts, sestā daļa slepkavību netiek atklātas, augsta ir arī tiesu medicīnas ekspertu noslodze. Rodas jautājums, kā ir iespējams padarīt optimālāku tiesu medicīniskās izpētes un ekspertīžu veikšanu, un kā var paaugstināt to precizitāti, rezultativitāti.

Darba mērķis - aprakstīt radioloģijas metodes kriminālistikā, izpētīt, kura no tām ir efektīvākā. Pētījuma jautājums: kura no radioloģijas metodēm kriminālistikā ir visefektīvākā?

Pētījuma uzdevumi: izpētīt tiesu medicīnas un autopsijas būtību; izpētīt dažādu radioloģijas metožu būtību virtuālo autopsiju kontekstā; veikt praktisku pētījumu, izpētot virtopsijas tehniku efektivitāti dažādām nāves cēloņu grupām. Pētniecības instruments – literatūras analīze. Pētniecības metode - kvalitatīvā pētījuma stratēģija, pamatotās teorijas dizains.

Rezultāti: tiek gūta atbilde uz pētījuma jautājumu – efektīvākās radioloģijas metodes kriminālistikā ir MRI, CT un MSCT.

Atslēgvārdi: rentgenogramma, MRI, CT, MSCT, PCTA, MRS.

Abstract

The topic of the bachelor's thesis is “Application of radiology methods in forensics”.

The topicality of this topic is determined by the fact that Latvia has the second highest number of violent deaths and the highest number of homicides in the EU.

It is important that the cause of death of about a tenth of the dead is not determined; one-sixth of the murders go undetected, and the workload of forensic experts is also high. The question arises, how is it possible to perform optimal forensic examination, and whether and how accuracy and efficiency of it can be increased.

The aim of the work is to describe radiology methods in forensics, to study which one is the most effective. Research question: which of the radiology methods in forensics is the most effective?

Tasks of the research: to study the essence of forensic medicine and autopsy; to study the essence of different radiological methods in the context of virtual autopsies; to carry out a practical study investigating the effectiveness of virtopsy techniques for different groups of causes of death. Research tool - literature analysis. Research method - qualitative research strategy, design of grounded theory.

Results: The answer to the research question is obtained - the most effective radiological methods in forensics are MRI, CT and MSCT.

Keywords: radiograph, MRI, CT, MSCT, PCTA, MRS.

Saturs

| | |
|---|----|
| Ievads..... | 5 |
| 1. Tiesu medicīna, kriminālistika, autopsija un virtopsija..... | 7 |
| 2. Rentgenogrāfijas pielietojums kriminālistikā..... | 16 |
| 3. Datortomogrāfijas pielietojums kriminālistikā..... | 18 |
| 3.1. Daudzslāņu datortomogrāfija (MSCT)..... | 19 |
| 3.2. Pēcnāves CT angiogrāfija (PCTA)..... | 20 |
| 4. Magnētiskā rezonanse kriminālistikā..... | 22 |
| 4.1. Magnētiskās rezonanses spektroskopija (MRS)..... | 24 |
| 5. Pētījuma metodoloģija..... | 25 |
| 6. Rezultāti un diskusija..... | 27 |
| Secinājumi un ieteikumi..... | 40 |
| Izmantotā literatūra un avoti..... | 42 |
| Pielikumi..... | 50 |
| 1. pielikums..... | 50 |

Ievads

Valsts tiesu medicīnas ekspertīzes centrs Latvijā pēdējos gados ikgadēji vidēji veic virs 2400 mirušo ekspertīzes, savukārt dzīvo personu izpētes un skaits ir 2,5 reizes lielāks – virs 6600. Papildus tam, ikgadēji tiek veikts arī vairāk par 15 000 specifisko ekspertīžu – toksikoloģijas, histoloģijas u.tml. (55) Attiecībā uz mirušo izpētēm, aptuveni puse no tām ir personas, kas gājušas bojā vardarbīgā nāvē. Būtiski, ka aptuveni desmitajai daļai mirušo nāves cēlonis netiek noteikts (55).

Attiecībā uz kriminālo vidi, tendences norāda, ka Latvijā ir pieaugusi smago noziegumu proporcija un attiecīgi to skaits, pieaudzis arī letālo ceļu satiksmes negadījumu skaits (57). Turklāt pēdējo 6 gadu laikā Latvijā vērojams otrs augstākais vardarbīgo nāves gadījumu skaits un visaugstākais slepkavības gadījumu skaits ES (58, 59, 60). Būtiski, ka sestā daļa slepkavību netiek atklātas (61).

Ņemot vērā šīs tendences, tiesu ekspertīzes augsto noslodzi, rodas jautājums, kā ir iespējams padarīt optimālāku tiesu medicīniskās izpētes un ekspertīžu veikšanu, un kā var paaugstināt to precizitāti, rezultativitāti.

Attīstoties tehnoloģijām, tiesu medicīnā, kriminālistikā, tai skaitā – autopsijā, aizvien plašāk tiek pielietotas jaunākās tehnoloģijas un iekārtas. Rietumos aizvien straujāk attīstās jauna tendence – autopsijām kļūst multidisciplinārām, tām transformējoties no tradicionālajām uz virtuālām. Jauns jēdziens tiesu medicīnā tādējādi kļuvis - virtuāla autopsija, kas ir bez skalpeļa pielietošanas veikta autopsija, balstīta uz modernās medicīnas, vizualizēšanas tehnoloģiju (1, 2).

Virtopsijā plaši tiek izmantotas jaunākās radioloģijas metodes – magnētiskā rezonanse, datortomogrāfija, angiogrāfija, spektroskopija u.c.

Ņemot vērā to, ka šī ir jauna tendence ar būtisku potenciālu, kā arī to, ka Latvijā tā netiek plaši izmantota, turklāt tās nepieciešamību akcentē iepriekš aprakstītais, autore izlēma veikt pētījumu par šo tēmu.

Pētījuma mērķis: aprakstīt radioloģijas metodes kriminālistikā, un izpētīt, kura no tām ir efektīvākā.

Pētījuma jautājums: kura no radioloģijas metodēm kriminālistikā ir visefektīvākā?

Pētījuma uzdevumi:

- 1) izpētīt tiesu medicīnas un autopsijas būtību;
- 2) izpētīt dažādu radioloģijas metožu būtību virtuālo autopsiju kontekstā;

3) veikt praktisku pētījumu, izpētot virtopsijas tehniku efektivitāti dažādām nāves cēloņu grupām.

Pētījuma bāze: Dati tika iegūti no šādām datubāzēm:

- NCBI,
- PubMed,
- Researchgate,
- SageJournals,
- Elsevier,
- Tandonline.

Publikācijas un gadījumu apraksti tika meklēti pēc atslēgas vārdiem: *virtopsy, forensic/post mortem CT, forensic/post mortem MRI, forensic/post mortem MR, forensic/post mortem angiography, forensic/post mortem multislice CT, forensic/post mortem magnetic resonance spectroscopy, forensic/post mortem radiology, forensic/post mortem MSCT, forensic/post mortem PCTA, forensic/post mortem MRS, forensic/post mortem PMMR.*

Pētījuma metode: literatūras analīze.

Darbā tika izmantoti 75 literatūras avoti, 1 pielikums. Darba apjoms- 49 lpp.

1. Tiesu medicīna, kriminālistika, autopsija un virtopsija

Plašākā nozīmē tiesu medicīna ir “medicīnas disciplīna, kas aptver bioloģiska un medicīniska rakstura jautājumus, ar kuriem jāsastopas juridiskajā praksē” (8). Tomēr jānorāda, ka precīzāks skaidrojums tai ir: tiesu medicīnas zinātne ir specialitāte, ko izmanto tiesu praksē un kas ietver principus un procedūras sistemātiskai zināšanu pielietošana, tai skaitā - datu vākšanu caur novērojumiem un eksperimentiem. Lai risinātu tās uzmanības centrā esošās problēmas, tiesu medicīna izmanto zināšanas kriminālistikā, inženierijā, jurisprudencē, odontoloģijā, bioloģijā, patoloģijā, psihiatrijā un citās uzvedības zinātnēs, toksikoloģijā u.c. (2), un tā ir zinātne, kas ir specifiski pielietota kriminālprocesu ietvaros (9).

Ar tiesu medicīnu cieši saistīta ir kriminālistika. Tās definīcija savukārt ir - “noteiktā veidā loģiski sakārtota zinātnisku atzinumu sistēma, kurā zinātniski aprakstīts un izskaidrots noziedzīga nodarījuma izmeklēšanas process” (7) un tās “galvenais uzdevums ir noziedzīgu nodarījumu izmeklēšanas procesa zinātniska izziņošana un izskaidrošana” (7).

Autopsija tiek definēta kā ķermeņu zinātniska eksaminācija pēc nāves, kuras ietvaros tiek izpētīta un aprakstīta visa ķermeņa virsma un visi tā dobumi (1). Akadēmiskajā literatūrā tiek izdalīti divi autopsijas veidi:

- klīniskā/slimnīcu – tā fokusējas uz iekšējo orgānu un medicīnisko problēmu izmeklēšanu, un tās mērķis ir apstiprināt klīniskās diagnozes, slimību klātbūtni un izplatību, jebkādos nepamanītos medicīniskos apstākļus, kā arī novērtēt terapijas atbilstību un rezultātus;
- tiesu/medicīnas juridiskā – tās mērķis ir noteikt nāves cēloni, apstiprināt nāves veidu visbiežāk kriminālā procesa ietvaros un tās ietvaros parasti tiek akcentēti internālie un eksternālie atklājumi, paralēli attīstot jēgpilnas tiesu medicīniskās saiknes starp fiksētajiem ievainojumiem un nozieguma vietu (6).

Šī darba ietvaros tiks pētīta tiesu/medicīnas juridiskā autopsija.

Konvencionālajā autopsijā cietušā audi un orgāni tiek izgūti un saglabāti to patoloģiskajai un toksikoloģiskajai analīzei. Vienlaikus autopsijas veicējs sadarbībā ar izmeklētājiem nodrošina no ķermeņa iegūstamos pierādījumus (apgērbus, lodes, aiz nagiem esošo palieku paraugus u.tml.) tālākajai laboratoriskajai analīzei. (6)

Autopsijā tiek veikta ārējā un iekšējā ķermeņa eksaminācija, kā arī toksikoloģiskā izmeklēšana. Ārējās eksaminācijas laikā tiek dokumentēts ķermeņa apgērba stāvoklis un ārējais

stāvoklis, tai skaitā – iespējamais vecums, dzimums, svars, fiziskais stāvoklis, tetovējumi, ievainojumu klasificēšana u.tml. Iekšējās eksaminācijas laikā tiek izgūti un izpētīti ķermeņa iekšējie orgāni. Bet toksikoloģiskajai izmeklēšanai tiek paņemti dažādi paraugi – asinis, žults, kuņģa saturs, urīns u.c. (6, 9)

Autopsijas primārais mērķis ir noteikt nāves cēloni. Kriminālistikā tiek izdalītas dažādas ievainojumu grupas, katra ar savām specifiskām iezīmēm to izpausmēs ķermenī. Galvenās no tām ir:

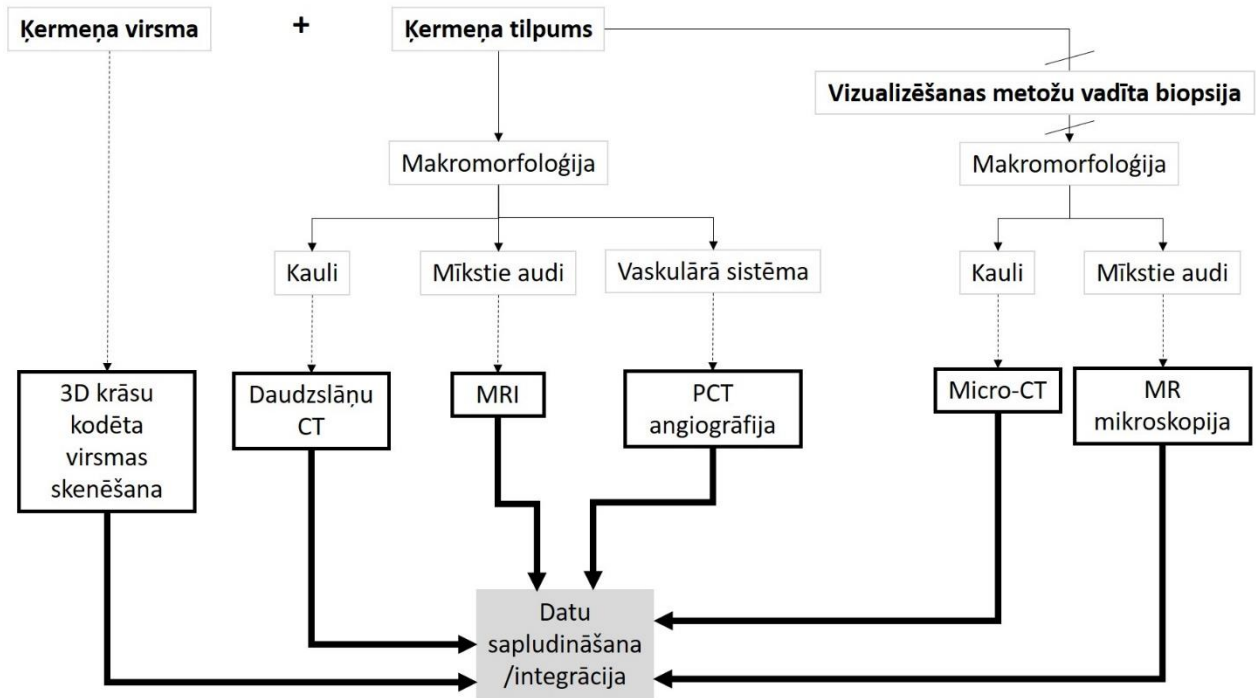
- trula spēka traumas – kas nodarītas ar neasu priekšmetu palīdzību;
- asu spēku traumas - asu spēku ievainojumi – tie tiek veikti ar priekšmetiem, kam ir asas malas;
- asfiksija – skābekļa piegādes traucējumu rezultātā radītas traumas;
- šaujamoču brūces;
- vielu lietošanas sekas. (6)

Tomēr konvencionālajai autopsijai nereti tiek norādīts uz trīs būtiskiem trūkumiem:

1. Pirmā un pati būtiskākā ir tās ekstensīvā invazivitāte, izraisot ķermeņa sakropļošanu un dažādus tā daļu vai tā visa izkropļojumus.
2. Otrs trūkums ir salīdzinoši augsts subjektīvo kļūdu risks, arī eksamināciju veicot vairākiem eksaminētajiem.
3. Trešais, ne mazāk būtiskais no trūkumiem, ir tas, ka autopsija nav atkārojama, ja, piemēram, ir strīdīgas krimināllietas, kuru atrisināšanai ir nepieciešams veikt atkārtotu autopsiju. (21)

Attīstoties tehnoloģijām, tiesu medicīnā, kriminālistikā, tai skaitā – autopsijā, aizvien plašāk tiek pielietotas jaunākās iekārtas un tehnoloģijas. Virtopsija tiek definēta kā multidisciplināra tehnoloģija, kas kombinē tiesu medicīnu un patoloģiju ar radioloģiju, datorgrafiku, biomehāniku un fiziku, un kas ir virtuāla autopsija – tā ir bez skalpeļa pielietošanas veikta autopsija, balstīta uz modernās medicīnas, vizualizēšanas tehnoloģiju (1, 2). Virtopsija sastāv no, pirmkārt, ķermeņa tilpuma dokumentēšanas un analīzes, izmantojot CT, MR un mikroradioloģiju (citos avotos – arī ultraskaņas tehnoloģiju un digitālo foto metožu lietojumu), otrkārt, no trīsdimensiju ķermeņa virsmas dokumentācijas, izmantojot kriminālistikas fotogrammetriju un trīsdimensiju optisko skanēšanu (11).

Virtopsija shematiski aplūkojama 1. attēlā.



1.1. attēls. Virtopsija

*Atsauce: Dirnhofer, R., Jackowski, C., Vock, P., Potter, K., & Thali, M. J. *VIRTOPSY: minimally invasive, imaging-guided virtual autopsy. Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc, 2006, N. 26, vol. 5, p.*

Saskaņā ar 1.1. attēlu, virtopsijas metodes to atšķirīgo iezīmju dēļ tiek pielietotas atšķirīgiem mērķiem, tomēr svarīgi, ka tās ir komplementāras (27).

Galvenās virtopsijas metodes ir:

- radioloģija – tās uzmanības fokuss ir galvenokārt uz skeleta bojājumiem (15);
- 3D virsmas skenēšana – tehnoloģija dažādu ķermeņa virsmu skanēšanai, kas balstās uz lāzera, ultraskaņas, rentgena staru, pozitronu emisijas, radio viļņu, magnētiskās rezonanses tehnoloģijām, bet kriminālistikā visbiežāk tā ir 3D CAD fotogrammetrija (1, 5);
- magnētiskā rezonanse:
 - magnētiskās rezonanses vizualizācija (MRI) – kriminālistikā visbiežāk lietota mīksto audu, orgānu bojājumu un netraumatisko apstākļu noteikšanai;
 - magnētiskās rezonanses spektroskopija (MRS) – MR metode dažādu metabolītu klātbūtnes un koncentrācijas noteikšanai audos un tā

vizualizācijai; kriminālistikā to biežāk izmanto pēcnāves smadzeņu metabolītu dekompozīcijas mērīšanai nāves laika precīzai noteikšanai (1, 4);

- datortomogrāfija:
 - datortomogrāfija (CT) - tā kriminālistikā visbiežāk tiek pielietota lūzumu, patoloģisku gāzu uzkrāšanos un cieto audu bojājumu noteikšanai;
 - daudzslāņu datortomogrāfija (MSCT) – precīzākai CT izmeklējumu veikšanai;
 - mikrotomogrāfija (micro-CT) – savienojumā ar MR mikroskopiju tā ir pēc būtības virtuālā histoloģija;
 - pēcnāves CT angiogrāfija (PCTA) - kardiovaskulārās sistēmas CT (1, 3, 10, 14);
- citas metodes: ultraskaņas tehnoloģijas – anatomisko struktūru vizualizēšanai; fotogrāfijas – digitālā vizualizēšana (10).

Virtopsijas galvenie mērķi ir iedalāmi:

1. identifikācija – tā ietver dzimuma, vecuma, ķermeņa garuma, orgānu svara noteikšanu un individuālo iezīmju identificēšanu (piemēram, dentālās);
2. dokumentācija – saistībā ar svešķermeņiem, piemēram, lodes, metāla fragmenti, dažādi cita veida objekti ķermenī;
3. nāves cēloņa un veida noteikšana – tā ietver:
 - a. nāves veida (dabisks, negadījuma, suicidāls, slepkavība) noteikšanu;
 - b. iespējamo nāves cēloņu noteikšanu – politrauma, noslīkšana, nošaušana, apdegumi, nosmakšana u.tml.;
4. iegūto bojājumu/traumu vitalitāte – dzīvībai svarīgu reakciju izpētes indikatori kriminālistikā, autopsijā un tai skaitā virtopsijā izskaidro ievainojumu un nāves secību, balstoties uz tiesu medicīnas patoloģiskajiem pierādījumiem. Jautājums par to, vai ievainojums ir gūts pirms vai pēc nāves, ir svarīgs tiesu medicīnas jautājums, un atbildi sniedz tiesu medicīnas atzinumi, kas rodas, novērtējot dzīvībai svarīgo reakciju norišu vai traucējumu pazīmes eksaminējamajā ķermenī saistībā ar asinsriti, elpošanu, vielmaiņu vai apziņu;
5. kriminālistiskā rekonstrukcija – tā ietver:
 - a. ietekmes virziena noteikšanu;
 - b. ieejošo un izejošo brūču noteikšanu;

- c. specifiskus medicīniski tiesiskos jautājumus;
 - d. dažādus cita veida jautājumus, kas palīdz rekonstruēt noziegumu;
6. izglītošana;
 7. izpēte (20, 22).

Kā būtiskākie virtopsijas metožu ieguvumi literatūrā tiek uzskaitīti:

- tās ātrāk un precīzāk parāda dažādu svešķermeņu atrašanos ķermenī;
- tās parāda tādus ievainojumus/bojājumus, ko ar konvencionālo autopsiju nevar/nevar tik precīzi vai labi identificēt;
- tās ir ar augstu precizitāti;
- to efektivitāte brūču un to iespējamo ieroču izpētē;
- drošība pret infekcijām, kas var rasties, saskaroties ar analizējamā ķermeņa asinīm vai citiem šķidrumiem, salīdzinot ar skalpeļa metodi;
- tā ir salīdzinošie viegla ķermeņa eksaminācija gadījumos, kad tas ir kontaminēts infekcijas, toksisku vielu, radionuklīdu vai citu tml. faktoru gadījumos;
- tās nesakropļo ķermeni, tāpēc pieejams atkārtotai vai cita veida analīzēm un izmeklēšanai;
- iegūtie vizualizētie dati ir digitāli, tādējādi viegli un vienkārši pārsūtāmi;
- mazāk patērē laiku;
- ķermenis var tikt atgriezts atpakaļ uzreiz pēc izmeklējuma veikšanas;
- lielāka piekrišana no radnieku puses;
- nepārkāpj reliģiskos iebildumus (1, 12, 14).

Kā būtiskākie virtopsijas metožu trūkumi literatūrā tiek uzskaitīti:

- mazs salīdzinošo pētījumu par virtopsijas un autopsijas metodēm;
- ar šīm metodēm nav iespējams pamanīt visus patoloģiskos apstākļus;
- tie nevar identificēt infekcijas;
- ar tām grūti diferencēt pirmsnāves un pēcnāves brūces, krāsu izmaiņas audos;
- ar tām nevar identificēt smaržu izmaiņas;
- ar tām ir grūti novērtēt pēcnāves manipulācijas ar ķermeni;
- sīki audu bojājumi var tikt neidentificēti;
- nav standartizētu protokolu;
- dārgas iekārtas/to izmantošana (1, 12, 17, 23).

Saistībā ar pēdējo punktu – attiecībā uz iekārtu dārgumu, jānorāda, ka 2017. gadā Lielbritānijas pētnieku veiktā metaanalīzē tika secināts, ka salīdzinot MRI un konvencionālo autopsiju, ar MRI palīdzību tiek iegūts par trešdaļu zemāks izmaksu līmenis (18). Secināms, ka virtopsijas tehnoloģiju izmaksas tādējādi, iespējams, pastāvīgi samazinās.

Analizējot virtopsijas pielietojumu korelācijā ar konvencionālo autopsiju un histoloģiju, 2010. gada publikācijā tika norādīts uz vairākiem atklājumiem. Pirmkārt, galvas daļas vizualizācija ļauj identificēt vairākas nespecifiskas un specifiskas norādes. Nespecifiskās ir:

- 1) kortikomedulārās diferenciācijas zudums – iestājoties smadzeņu nāvei, pēcnāves hipoksija rezultējas tūskas formācijā, kas aizsedz robežu starp pelēko un balto smadzeņu vielu. CT korteksa un medullas atšķirības samazinās salīdzinoši ātri, turpretī ar MRI tā redzama ievērojami ilgāk, turklāt tā palīdz identificēt dažādas smadzeņu struktūras pietiekoši skaidri noslīkušajiem pat vairākas nedēļas vēlāk;
- 2) smadzeņu tūska – pēcnāves hipoksijas rezultātā radusies tūska rezultējas smadzeņu tūskā, samazinot smadzeņu rievu, ventrikulu, subarahnoidālo cisternu robežas un izskatu, ko detalizēti ataino virtopsijas vizualizēšanas metodes;
- 3) sagitālā sinusa un cerebrālo vēnu hiperblīvums – CT posteriorais sagitālais sinuss uz muguras guļošanai vizualizējas gaišāks nekā citi sinusi;
- 4) gāzu burbuļi – īsu laiku pēc nāves iestāšanās bakteriālā trūdēšana iesākas ar audu bojājumiem un gāzu veidošanos. Trūdēšanas procesi ietekmē visu ķermeni, un lielākoties gāzes uzkrājas intravaskulāri, intrabiliāri vai iesprostotas gar audu robežām, piemēram, fascijās vai pie kauliem. Arī to ļoti precīzi vizualizē virtopsijas metodes (24).

Specifiskās ir:

- 1) intrakraniālā asiņošana/ intrakraniālais asinsizplūdums – attiecībā uz to nav novērotu atšķirību starp vizualizācijas rezultātiem kā dzīvajiem, tā mirušajiem. Papildus tam, ar virtopsijas metodēm ir viegli noteikt aptuvenu asiņošanas sākšanos mirušajiem vēl dzīviem esot;
- 2) durtu brūču un šautu ievainojumu gadījumos – ar virtopsijas metodēm ir vienkārši, ērti un precīzi noteikt ieejošās un izejošās brūces, ievainojumu trajektorijas, kaulu fragmentu izvietojumu ap tām;
- 3) smadzeņu infarkts – dzīvajos infarkta pazīmes CT kļūst redzamas aptuveni 2h pēc tā sākuma, bet MRI – aptuveni 30 minūtes. Mirušajos CT ļauj noteikt infarktu pēc

asimetriski pietūkušām hipoblīvām smadzeņu daļām, norādot, ka indivīds, piemēram, nodzīvojis vēl vairākas stundas pēc infarkta sākuma (24).

Otrkārt, kakla daļas vizualizācijā, attiecībā uz nožņaugšanu, arī ir identificējamās speciālas pazīmes: asinsizplūdumi ādā, zem ādas un intramuskulāri, ko var ar augstu precizitāti pamanīt tieši virtopsijas metodēs. Tādas pazīmes vēl ir – sternokleidomastoīdie un platisma muskuļi, hemorāģiski un pietūkuši limfmezgli. Augsta efektivitāte te parādās tieši MRI metodei, savukārt CT ir labāka noteikšanas spēja laringoīdu lūzumu gadījumos nekā konvencionālajai autopsijai agresīvas žņaugšanas, pakāršanas gadījumos. (24)

Treškārt, torakālās daļas vizualizēšanā: iekšējā plaušu hipostāze – tā ir ļoti labi redzama CT; hiperblīvas aortas sienas – arī tās ļoti labi parāda virtopsijas metodes, salīdzinot ar konvencionālo autopsiju. Pie specifiskām pēcnāves pazīmēm torakālajā reģionā virtopsijas metodēs jānorāda:

- 1) “pazūdošā artērija” – zūdot asinīm, samazinās asinsvadu lielums, tāpēc virtopsijā labi vizualizējami šādu fatālu asiņošanu indikatori un iezīmes;
- 2) aortas plīsumi – lai gan dzīvajos cilvēkos CT ļauj labi identificēt plīsumu vietas, tas nav tik efektīvi izdarāms mirušajiem. Ar MRI to iespējams pēc nāves noteikt, identificējot lielus intratorakālos asinsizplūdumus, savukārt vislabākie rādītāji ir pēcnāves CT angiogrāfijas metodei. 100% efektivitāte ir MRI un PCTA kombinētai pielietošanai;
- 3) krūškurvja traumas - pneimotorakss, plaušu plīsums, pneimomediastīns, krūšu kaula, ribu un skriemeļu lūzumi ir vienlīdz labi atpazīstami gan dzīvo, gan mirušo CT. Salīdzinot ar konvencionālo autopsiju, virtopsija ļauj precīzāk noteikt virspusēji grūti ievērojamu brūču atrašanos, kā arī dažādus iesprūdušus svešķermeņus;
- 4) plaušu embolija – to ir grūti noteikt mirušajiem ar virtopsijas metodēm, izņēmums ir attiecībā uz sekundārajām plaušu hipertensijas pazīmēm;
- 5) noslīkšana – te CT uzrāda augstu efektivitāti, jo ļauj identificēt vairākas pazīmes, kas saistītas ar noslīkšanas bioloģiju;
- 6) sirds izmērs, sirds hipertrofija vai dilatācija – virtopsija ir pat efektīvāka nekā, piemēram, CT dzīvajiem, jo tā ļauj precīzi identificēt, tā kā nav tā saukto kustību artefaktu skenēšanas laikā (sirds saraušanās, asinscirkulācija u.tml.);
- 7) sirdslēkme – MRI ļauj noteikt precīzu sirdslēkmes izraisītas nāves iestāšanās laiku, arī PCT angiogrāfijas metode uzrāda augstu efektivitāti trombembolisko oklūziju noteikšanā (24).

Ceturtkārt, abdominālās un iegurņa daļas vizualizēšanā virtopsija ir efektīva tūskas patoloģijās. Pēc fatālas asiņošanas vēdera asinsvadi līdzīgi krūškurvja asinsvadiem, attiecīgi tos un ar tiem saistītās pazīmes ir optimāli analizēt ar vizualizācijas iekārtām. Arī abdominālo traumu gadījumos ir lietas, ko CT un MRI kombinēta lietošana spēj identificēt samērā precīzi, piemēram, aknu plīsumi. Savukārt intrahepatisko gāzu noteikšana ļauj izdarīt secinājumus par atvērtām traumām, it īpaši – galvas, par dažādām barotraumām plaušās, noslīkšanu u.c. (24)

Virtuālā autopsija plaši tiek pielietota globāli, arī Eiropā tā paliek aizvien populārāka un izplatītāka. Būtiskākās iezīmes Eiropas apstākļiem virtopsijas kontekstā ir:

- Šveice – valsts, kurā virtuālās autopsijas metode tika radīta, ir globālā līdere tās pielietojumā. Būtiski, ka Šveice ir arī viena no retajām valstīm, kurā tiek izmantotas faktiski viss virtopsijas metožu klāsts. Tomēr lielākais to pielietojums joprojām ir medicīnas jomā, mazāk kriminālistikā, un pēdējā – kopā ar tradicionālo autopsiju, tās rezultātiem.
- Līdzīgi attiecībā uz tradicionālās autopsijas kombinēšanu rīkojas Dānija, Zviedrija, Francija, plaši izmantojot datortomogrāfiju, it īpaši – nezināmas vai aizdomīgas nāves gadījumos.
- Vācijā vērojama citādāka pieeja – datortomogrāfija kopā ar eksternālo inspekciju tiek lietota kā primārās metodes, uz kurām balstoties tālāk tiek noteikta nepieciešamība pēc tradicionālās autopsijas.
- Lielbritānijā vērojama abu pieeju kombinācija – lielākoties tiek izmantota CT un ārējā inspekcija, pēc kuras tiek noteikta tālākā nepieciešamība pēc tradicionālās autopsijas, bet, ja nāves cēlonis ir aizdomīgs, tad virtopsijas metodes tiek lietotas kopā ar autopsiju.
- Itālijā virtopsija arī ir rutīnas procedūra kopā ar autopsiju, savukārt masu nelaimes gadījumos vai gadījumos, kur upuru skaits ir lielāks par desmit, Itālijā virtopsija ir aizstājusi tradicionālo autopsiju. (30)

Attiecībā uz juridisko ietvaru virtopsijai Eiropā, kopumā tā nav aizliegta normatīvajos aktos, tomēr nav arī īpaši izcelta tajos. Tas attiecināms arī uz rentgenogrāfiju, kas šajā jomā jau vairākus gadu desmitus tiek izmantota. (30)

Latvijā “Tiesu ekspertu likumā” norādīts, ka “tiesu ekspertīzes metodes apraksts ir ierobežotas pieejamības informācija. Tiesu ekspertu padome pēc personas rakstveida pieprasījuma saņemšanas un pēc saskaņošanas ar iestādi, kurā strādā valsts tiesu eksperts, vai ar privāto tiesu

ekspertu nodrošina attiecīgajai personai iespēju iepazīties ar reģistrēto tiesu ekspertīzes metodi” (31). Tādējādi informācija par virtopsijas metožu pielietojumu nav publiski pieejama. Netieši var spriest, ka tās tiek izmantotas paralēli autopsijai, uz ko norāda spēku zaudējusī 1998. gada instrukcija ” Līķu tiesu medicīniskās ekspertīzes (izmeklēšanas) kārtība” – tajā bija norādīts, ka “līķa izmeklēšanas veidu, tā dobumu un orgānu izmeklēšanas secību un paņēmieni nosaka eksperts. Eksperts katrā konkrētā gadījumā izmanto atbilstošas metodes, kā arī dažādus paņēmienus. Var tikt pielietotas dažādas papildus metodes - fotografēšana, rentgenogrāfija, mikroskopija u.c. Metožu pielietošanu nosaka attiecīgie normatīvie akti.” (32) Savukārt “Grozījumi likumā “Par miruša cilvēka ķermeņa aizsardzību un cilvēka audu un orgānu izmantošanu medicīnā”” norāda, ka iepriekš citētais pants paliek spēkā (33).

Attiecībā uz virtopsiju Latvijā jānorāda, ka arī ZVA Ārstniecībā izmantojamo medicīnisko tehnoloģiju datu bāzē esošajos patoloģijas medicīnisko pakalpojumu dokumentos nav atrodamas nekādas norādes par virtopsijas metožu lietošanu (28), neskaitot rentgena fluorescentās spektrālās analīzes (RFSA) metodi, ko pielieto, lai noskaidrotu “bioloģiska objekta ķīmisko sastāvu un anomālu (palielinātu) klātpienesta ķīmiskā elementa klātbūtni paraugā, ko izsaukusi tehniska, ķīmiska vai cita mākslīga iedarbība” (29). To izmanto vispirms invazīvi iegūstot paraugu no ķermeņa, to nosūtot tālākam izmeklējumam, kur to apstrādā un ar rentgena skenējošo spektrometru nosaka ķīmisko elementu sastāvu un klātpienestos ķīmiskos elementus (29).

Tomēr Valsts tiesu medicīnas ekspertīzes centra mājaslapā arī 2020. gadā publicēta norāde, ka tanatoloģijas nodaļas un reģionālo nodaļu funkcijās ietilpst uzdevumi veikt līķu fotografēšanu un līķu radioloģisko izmeklēšanu (34). Tāpat Valsts tiesu medicīnas ekspertīzes centra darbības stratēģijā līdz 2021. gadam norādīts, ka viens no uzdevumiem ir “slēgt līgumus ar RAKUS un reģionālajām slimnīcām par radioloģisko pakalpojumu pieejamību VTMEC” (35) – secināms, ka Latvija virzās uz Eiropas valstu modeli, ka virtuālā autopsija tiek veikta medicīnas iestādēs.

2. Rentgenogrāfijas pielietojums kriminālistikā

Rentgenogrāfija ir pamata, visizplatītākā un visbūtiskākā no virtopsijas metodēm mūsdienās tiesu ekspertīzē. Tā palīdz parādīt un lokalizēt gan svešķermeņus, gan noteikt dažādas traumatiskas un patoloģiskas izmaiņas ķermenī. (36)

Šīs tehnikas pamatā ir ķermeņa izmeklēšana, pakļaujot to tiešiem rentgena stariem – staru kūlim pakļautās struktūras ķermenī tiek projicētas uz radiogrāfisko detektoru, attēlam veidojoties dažādās melnbaltajās tonalitātēs. Kontrasts attēlā rodas, pateicoties ķermeņa struktūru atšķirīgajām absorbcijas īpašībām. (39)

Konvencionālā radiogrāfija izmanto divu veidu aprīkojumu – analogo, kurā tiek izmantota radiogrāfiskā filma attēla izveidei, vai digitālo, kurā detektori attēlu veido ar elektroniskās skaitļošanas metodēm.(39)

Vēsturiski rentgenogrāfija kā autopsijas metode tika izmantota jau gadu pēc rentgenstaru atklāšanas – 1896. gadā ar to palīdzību tika veikta mumificētas Ēģiptes princeses rokas izpēte.

Ļoti plaši rentgenogrāfija tiek pielietota:

- jau minētajai svešķermeņu identificēšanai un lokalizēšanai – medicīniskie implantanti, norīti/ieelpoti objekti u.tml.;
- šāvienu un sprāgstvielu nāves gadījumos – munīcijas daļiņu vai citu to sastāvdaļu identifikācija un lokalizācija;
- asa spēka ievainojumos – gaisa embolisms, ieroču veida identifikācija;
- ar transportlīdzekļiem saistītu nāves gadījumos;
- metode palīdz arī sarežģītu, kompleksu traumu novērtēšanai vardarbībā cietušajiem vai personām, kuru nāves gadījumos ir aizdomas par vardarbību;
- tā tiek vērtēta arī kā zelta standarts nezināmo upuru identificēšanai (36).

Rentgenogrāfijas pielietojums lielā mērā tiek izmantots dažādu kaulu lūzumu gadījumos. Piemēram, galva, kakls un seja ir ķermeņa daļas, kas visbiežāk ir ievainotas dēļ to pieejamības vardarbības situācijās – deguns, sejas kreisā puse, žoklis ir tipiskākās sitienu, triecienu vietas; kakla daļas kauli visbiežāk cieš pie nožņaugšanas. Rentgenogrāfija ļauj sekmīgi noteikt gan lūzumu veidu, daudzumu, iedabu, gan spriest par to radīšanas nosacījumiem, tādējādi palīdzot tiesu ekspertiem noteikt nāves cēloņus. (37) Piemēram, apakšējo ekstremitāšu lūzumu veids, lokācija, distance no papēža ļauj noteikt, ar kuru un cik lielu transportlīdzekļa daļu notikusi sadursme starp to un kājāmģājēju, tādējādi ļaujot noteikt gan ātrumu, gan citus specifiskus apstākļus nāves

iestāšanās brīdī (38). Arī svešķermeņu gadījumos tā ļauj sekmīgi tādus identificēt un lokalizēt, dodot iespēju arī šautu brūču gadījumos noteikt pat lodes trajektoriju, ko nosaka tās fragmentu mikrodaļiņu pēdas audos. (37) Šāvienu un sprādzienu nāves gadījumos visefektīvākā ir rentgenogrāfija, kas veikta frontālās un laterālās pozīcijās. Lai izvairītos no kļūdām, nepieciešams izmantot ķermeņa puses marķierus, identifikācijas ciparus vai vārdus. (38)

Konvencionālā radioloģija kā efektīva atzīta arī pediatrikajā tiesu ekspertīzē bērniem līdz 4 gadu vecumam. Virs tā rekomendē CT un pārējo metožu pielietojumu. (38)

Kā būtiskākās rentgenogrāfijas priekšrocības tiek izdalītas:

- veikšanas ātrums;
- izmaksu efektivitāte;
- vieglums īstenošanai;
- iespēja izvērtēt un reinterpreterēt rezultātus laikā (37, 38).

Kā būtiskākie trūkumi konvencionālajai radioloģijai tiesu ekspertīzē tiek norādīti:

- radiācija;
- tas, ka rezultāti nav 3D formātā;
- mīksto audu ierobežota atainošana;
- kvalitāte ir atkarīga no iegūšanas nosacījumiem (37, 38).

Mūsdienās rentgenogrāfija joprojām vērtējama kā zelta standarts, tomēr aizvien plašāku pielietojumu vienlaikus gūst CT un MRI, savukārt konvencionālo radiogrāfiju sāk aizstāt multidetektoru datortomogrāfija (no angļu - *multi-detector computed tomography (MDCT)*), ko nosaka tieši attēlu veidošanas iespēja 3D formātā.

3. Datortomogrāfijas pielietojums kriminālistikā

Datortomogrāfijā tiek izdalīta vienslāņa un daudzslāņu CT. Šīs nodaļas ietvaros tiks aprakstīta vienslāņu CT loma tiesu ekspertīzēs, bet nākošajā nodaļā – daudzslāņu (MSCT). Būtiskākā to atšķirībā ir attēlveidošanas tehnikā, MSCT veidojot komplicētākus 3D attēlus (69).

Tehnoloģiskā ziņā CT priekšrocība pār MRI metodi identificējama tās labajā telpiskajā rezolūcijā, bet zemākā kontrasta rezolūcijā. (16)

Viens no CT izmantošanas mērķiem tiesu medicīnā ir ķermeņa skenēšana, dokumentēšana pirms konvencionālās autopsijas veikšanas, tā kā pēdējā raksturojas ar ķermeņa anatomiskās integritātes ietekmēšanu un/vai paaugstinātu ķermeņa daļu kontaminācijas riskiem. Tā ir būtiska juridiskajā perspektīvā, tā kā sākotnējā ķermeņa eksaminācija nozieguma vietā ir neprecīza, kā arī daudzi faktori var būt par pamatu vēlākiem procedurāliem iebildumiem, neprecizitātēm. Ja ir korekti veikts CT izmeklējums un tās rezultātu apraksts, tas būtiski paaugstina krimināllietas pierādījumu bāzi. (13)

CT tiek pielietota šādiem tiesu ekspertīzes gadījumiem:

- traumas, it īpaši skeleta sistēmas bojājumi (nelaimes gadījumi, kritieni no augstuma, satiksmes negadījumi, strupas, trulu objektu traumas u.c.);
- asas traumas;
- šautas traumas;
- vardarbība pret bērnu;
- svešķermeņu noteikšana;
- vecuma noteikšana;
- gāzu embolisma noteikšana;
- izmaiņas skeleta sistēmā (39).

2014. gada pētījumā Itālijas zinātnieki salīdzināja konvencionālās autopsijas un CT efektivitāti attiecībā uz noslīkušajiem cilvēkiem. Galvenais secinājums, ko tie izdarīja, bija, ka tradicionālā autopsija nav patognomiska nāves gadījumos, kas saistīti ar šo nāves veidu – ar CT palīdzību savukārt ir iespējams konstatēt, vai cilvēks pirms nokļūšanas ūdenī bija dzīvs, vai nebija, un attiecīgi vai viņa patiesais nāves cēlonis ir noslīkšana. (19)

2015. gada pētījumā tika secināts, ka CT ir ļoti efektīva ievainojumu noteikšanā, it īpaši – saistībā ar lūzumiem, iekšējo asiņošanu un pneimotoraksu, tomēr tā efektivitāte ir ļoti maza kardiovaskulāro bojājumu gadījumos (40). Šautu brūču gadījumos CT ir efektīva metāla fragmentu

klātbūtnes noteikšanā, to radīto iekšējo ievainojumu noteikšanā un lokalizācijā, kā arī ložu trajektoriju noteikšanā, tomēr tā nav efektīva ieejas un izejas brūču diskriminēšanā (44). Savukārt motociklistu satiksmes negadījumos CT metode ir efektīva pneimotoraksa, galvaskausa, mugurkaula, atslēgas kaula, lāpstiņu, apakšstilbu kaulu lūzumu gadījumos, bet tās rezultāti ir ievērojami vājāki, salīdzinot ar tradicionālo autopsiju orgānu un mīksto audu gadījumos (45).

Kā būtiskākās datortomogrāfijas priekšrocības tiek izdalītas:

- veikšanas ātrums;
- viegli veicama;
- pieejamas 3D rekonstrukcijas;
- relatīvi zemas uzturēšanas izmaksas;
- teicama skeleta sistēmas un gāzu vizualizācija (39).

Kā būtiskākie trūkumi datortomogrāfijai tiesu ekspertīzē tiek norādīti:

- radiācija;
- datu uzglabāšana;
- ierobežota mīksto audu, orgānu, vaskulārās sistēmas vizualizācija;
- korektai interpretācijai nepieciešama apmācība (39).

Apkopojot, secināms, ka CT metodei ir stiprās puses, tomēr tās efektivitāte ir lielāka, ja tā tiek izmantota kopā ar citām metodēm, tai skaitā – tradicionālo autopsiju.

3.1. Daudzslāņu datortomogrāfija (MSCT)

Vidējais MSCT izmeklējuma ilgums pēc ķermeņa sagatavošanas ilgst 10-15 minūtes (24). MSCT vidējais slāņu biezums ir 1,25 mm ar rekonstrukcijas palielinājumu jeb starpslāņu intervālu 0,7 mm. Speciālās intereses reģioni tiek skenēti ar zemāku slāņa biezumu un starpslāņu intervālu, kas ir attiecīgi 0,63 mm un 0,5 mm (25). Būtiski, ka “jo lielāks ir slāņa biezums, jo augstāka ir zemā kontrasta izšķirtspēja; jo mazāks ir slāņa biezums, jo augstāka ir telpiskā izšķirtspēja.” (26)

MSCT salīdzinājumā ar tradicionālo autopsiju ir ievērojami efektīvāka abnormālu gaisa akumulāciju noteikšanā (pneimotorakss, ķirurģiska emfizēma, pneimocēlīja (intrakraniāla gaisa uzkrāšanās)); pie sasmalcinātiem (saberztu kaulu) lūzumiem galvaskausa velvē, sejas daļas kaulos, ribās un skriemeļu ķermeņos, kā arī augstākā ievainojumu precizitātē. Turpretī konvencionālā autopsija attiecībā pret MSCT, saskaņā ar pētījumiem, uzrāda augstāku efektivitāti orgānu

ievainojumu noteikšanā un aortas plīsumos. (42) Arī citā pētījumā norādīts, ka, salīdzinot ar tradicionālo autopsiju, MSCT ir labāka, jo tā spēj vizualizēt kaulu lūzumus reģionos, kas ir grūti izdarāms ar tradicionālo autopsiju. Savukārt ar MRI salīdzinot, tai gan ir zemāka kontrasta izšķirtspēja mīkstajos audos. (43)

Lai gan MSCT iesaka tieši šautu brūču gadījumos, tai ir daži būtiski ierobežojumi – ar to ir grūtības izvērtēt asinsvadu bojājumus šāviena rezultātā; tā nav efektīva multiplu šautu brūču gadījumos, it īpaši vietās, kur ložu trajektorijas pārklājas. (43)

3.2. Pēcnāves CT angiogrāfija (PCTA)

2018. gada publikācijā tās autori veica datortomogrāfijas (CT), pēcnāves CT angiogrāfijas (PCTA) un konvencionālās autopsijas metožu rezultātu salīdzinājumu. Pētījumā zinātnieki secināja, ka pēcnāves CT angiogrāfija ir ievērojami pārāka pār konvencionālās autopsijas metodēm – salīdzinot savā starpā autopsiju, CT, PCTA, pirmā ļāva identificēt 61,3%, otrā – 76%, bet trešā – 89,9% bojājumu. PCTA uzrādīja īpaši augstus rezultātus skeleta un vaskulāro bojājumu gadījumos: skeleta bojājumos tā bija ar 96,1% efektivitāti pret 65,4% konvencionālajai autopsijai un vaskulāro bojājumu gadījumos ar 93,5% pret 65,3%. (3)

Angiogrāfijas izmeklējumā tiek pielietota kontrastvielas ievadīšana asinsvados *in situ* vai *ex corpus*. Šī tehnika ir ļoti lielā mērā atkarīga no speciālista – tai nepieciešama lēna, pastāvīga un stabila materiāla ievadīšana, lai nodrošinātu secīgu attēlu ieguvu. Rezultāti var tikt monitorēti vai nu ar rentgenogrāfijas, vai fluoroskopijas palīdzību. PCTA attēlus ir grūti interpretēt; process ir lēns un laiku patērējošs, turklāt koronāro artēriju izmeklēšanas gadījumā pirms kontrastvielas ievadīšanas ir nepieciešams izgūt sirdi no ķermeņa. (41)

Pēcnāves CT angiogrāfija (PCTA) uzrāda augstus rādītājus sīko asinsvadu bojājumos, ko kontrastu dēļ nevar labi pamanīt, izmantojot citas virtopsijas metodes, un ko nevar identificēt autopsijas ietvaros (16).

Kā būtiskākās PCTA priekšrocības tiek izdalītas:

- minimāli invazīva;
- laba mīksto audu un orgānu vizualizācija, it īpaši – vaskulārajai sistēmai;
- ideāla vaskulārās sistēmas 3D rekonstrukcijas
- vaskulārās sistēmas bojājumu noteikšanas efektīvākā metode (39).

Kā būtiskākie trūkumi PCTA tiesu ekspertīzē tiek norādīti:

- relatīvi ilgu laiku patērējoša;
- datu uzglabāšana;
- materiālu izmaksas;
- korektai interpretācijai nepieciešama apmācība (39).

Apkopojot šajā nodaļā izpētīto, secināms, ka gan CT, gan MSCT gan PCTA katrai ir savas stiprās puses, tomēr tām ir arī ierobežojumi, kā dēļ to efektivitāte tiesu ekspertīzē ir paaugstināma, lietojot, kombinējot tās gan savstarpēji kombinēti, gan – ar citām virtopsijas metodēm un tradicionālo autopsiju.

4. Magnētiskā rezonanse kriminālistikā

Lai gan MRI tiek plaši pielietota dažādu medicīnisku problēmu gadījumos, pēcnāves MRI (PMRI) no dzīvu cilvēku MRI atšķir vairākas būtiskas iezīmes:

- 1) PMRI ir būtiski augstāka anatomiskā izšķirtspēja nekā MRI, jo to neietekmē tā sauktie kustību artefakti, kas ir orgānu darbības kustību ietekmes ķermenī;
- 2) PMRI ir tipiska pozīcijas atkarīga noslīdēšana, kas attēlus padara atšķirīgus no MRI dzīviem cilvēkiem – PMRI ķermeņa šķidrums noslīd, vai arī izkļūst specifiski, atkarībā no to šķēršļiem nāves gadījumā;
- 3) Saistībā ar ķermeņa temperatūras izmaiņām, PMRI zema ķermeņa temperatūra rezultējas zemākā kontrastā starp tauku un muskuļu audiem, bet augstākā kontrastā starp taukaudiem un šķidrums. Saistībā ar šo aspektu, PMRI tiek rekomendēts veikt T₂ svērto attēlu skenēšanu, nevis T₁ (54).

Vidējais MR ilgums pēc ķermeņa sagatavošanas ilgst 1,5 – 3,5 stundas (24).

PMRI ir ļoti efektīva šādu ķermeņa daļu skenēšanā:

- galva un kakls – smadzeņu attēlošanā PMRI ir ļoti efektīva metode, tā nodrošina ļoti detalizētu *in situ* informāciju; tā ir arī ļoti efektīva ķermeņa dekompozīcijas noteikšanā labu laiku pēc ķermeņa sašķidrināšanās, kas CT būtiski apgrūtina;
- tā ir efektīva arī kardiovaskulārās sistēmas vizualizācijā;
- PMRI ir ievērojami pārāka pār CT abdominālo orgānu attēlošanā;
- PMRI ir efektīva arī muskuloskeletālo traumu gadījumos (54);.

Tehnoloģiskā ziņā PMRI priekšrocība pār CT metodi identificējama tās augstajā mīksto audu kontrasta rezolūcijā, bet ne tik labajā telpiskajā rezolūcijā kā CT metodei. (16)

Salīdzinot PMRI ar CT, autopsijās būtisks faktors, kas strādā par sliktu PMRI ir gāzes, kas veidojas gan ķermeņa dekompozīcijas procesā, gan var būt saistībā ar fatālu vai nefatālu gāzu embolismu vai vienkārši patoloģiju, un kas PMRI, salīdzinot ar CT, tādējādi ievērojami pasliktina attēlu kvalitāti. (52)

Otrs faktors, kas ir jāņem vērā, ir tas, ka novietojot ķermeni PMRI skenēšanai, notiek tā daļu kustība, kas var radīt neprecīzus attēlus. CT šī nav problēma, tā kā attēla uzņemšana notiek momentāli. Lai šo faktoru mazinātu, tiek rekomendēts ķermeni pēc pozicionēšanas atstāt kādu brīdi, lai šī ar pārvietošanu/repozicionēšanu saistītā kustība beidzas. (52)

2007. gada pētījumā Šveices pētnieki norādīja, ka mīksto audu, neiroloģisku un cita veidu orgānu traumu un netraumatisku patoloģiju gadījumos PMRI ir augstāka sensitivitāte, augstāks specifiskums un augstāka precizitāte, salīdzinot ar CT metodi (14).

Pētījumos attiecībā uz vardarbības pret bērniem upuriem pētījumi rāda, ka PMRI ir sensitīvāka par CT metodi attiecībā uz kontūzijām, bīdes spēku rezultātā izraisītām traumām un uz subdurālajām hematomām (14).

Savukārt šautu brūču un sprādzienu gadījumos PMRI neiesaka izmantot tā dēļ, ka metāla fragmenti ķermenī MRI skenēšanas laikā var rotēt, izraisīt tālākus bojājumus PMRI iedarbības dēļ (53).

Kā būtiskākās PMRI priekšrocības tiek izdalītas:

- laba mīksto audu, vaskulārās sistēmas un orgānu vizualizācija;
- nav radiācijas (39).

Kā būtiskākie trūkumi PMRI tiesu ekspertīzē tiek norādīti:

- laiku patērējoša;
- grūtāk veicama;
- augstas uzturēšanas izmaksas;
- 3D rekonstrukcijai nepieciešama specifiska secība;
- datu uzglabāšana;
- korektai interpretācijai nepieciešama apmācība (39).

Viena no ļoti būtiskām problēmām PMRI pielietošanā ir saistīta ar tādām nāves traumām, kurās lūzumi vai anatomiskās struktūras ir masīvi iznīcinātas. Šādos gadījumos attēlu interpretētājam ir jābūt ar lielu pieredzi un zināšanām, lai gan arī tās ne vienmēr palīdz, izvērtējot šādus specifiskus gadījumus. Tas ir īpaši attiecināms uz galvas traumām, piemēram, kritienu no liela augstuma, avāriju, sprādzienu u.tml. gadījumos, kad smadzeņu struktūras nav iespējams vairs normāli identificēt. (51)

PMRI tiek rekomendēts veikt ar T₂ svērto attēlu skenēšanu, jo tai ir ļoti augsta spēja parādīt šķidrumu akumulāciju mirušā ķermenī, kas tādējādi būtiski paaugstina tās efektivitāti diagnosticēt daudzas patoloģijas, kā, piemēram, zemādas hematoma, kaulu sasitumi, orgānu plīsumi, iekšējā asiņošana un šķidruma uzkrāšanās, išēmiski sirds bojājumi, smadzeņu tūska, perikarda vai pleiras izsvīdums un plaušu tūska (54).

4.1. Magnētiskās rezonanses spektroskopija (MRS)

MRI spektroskopija sekmīgi tiek pielietota nāves iestāšanās brīža noteikšanā, tā kā tā ir sensitīva uz ķermeņa dekompozīcijas procesā pastāvīgi notiekošajiem ķīmiskajiem savienojumiem (14). Tomēr tās pielietojums ir izplatīts arī citu tiesu ekspertīzes gadījumu analīzei:

- indēšana – tradicionāli to nosaka ar masu spektrometrijas palīdzību, tomēr tas ir iespējams, ja indēšana ir notikusi ar labi zināmu vielu palīdzību vai ja ir informācija par iespējamo vielu, ar ko konkrētā indēšana veikta/saindēšanās notikusi. MRS ļauj savukārt šo trūkumu apiet;
- nāves iestāšanās brīža noteikšana – pirmo reizi MRS šim nolūkam tika izmantota 1984. gadā eksperimentos ar žurkām, bet mūsdienās tā tiek aktīvi pielietota tiesu ekspertīzē; tās pamatā ir metabolītu analīze;
- krāpšanu un viltojumu noteikšanā – ņemot vērā plašo krāpniecības gadījumu izplatību saistībā ar zālēm, MRS ir nozīmīgs instruments, tehnika to atklāšanā; tā līdzīgi tiek pielietota arī pārtikas autentiskuma un attiecīgi - viltojumu noteikšanā, kā arī gadījumos, kad šādu viltojumu dēļ iestājusies nāve;
- sprāgstvielu analīzei – piemēram, teroraktu gadījumā ar MRS iespējams veikt sprāgstvielu daļiņu analīzi, lai noteiktu, no kurienes sprāgstvielas, to komponenti nākuši;
- sintētisko un augu izcelsmes narkotiku nāves gadījumu izpētē – ar MRS iespējams noteikt gan narkotiku veidu, gan specifiskas iezīmes, ar kā palīdzību, līdzīgi kā sprāgstvielu nāves gadījumu piemērā, var atklāt, no kurienes narkotikas arī nākušas/ražotas (46).

Tā kā MRS piedāvā efektīvu šūnu un metaboliskā stāvokļa pārbaudi, identificēšanu pēc traumatiskiem smadzeņu ievainojumiem (TSI), smadzeņu toksiskiem savainojumiem, infekcijām vai citiem stāvokļiem, kuros var fiksēt ķīmiskās izmaiņas, šī metode arī īpaši plaši izmantojama smadzeņu traumu izraisītu nāves gadījumu analīzē. Tomēr tā kā MRS ir ļoti efektīva spēja kvantificēt neironu un gliju metabolītus, tā ir nozīmīga arī pēc TSI dzīvi esošajiem upuriem. (47) Jānorāda, ka MRS ir arī efektīva smadzeņu vēža izraisītu nāves gadījumu noteikšanā; tiesu ekspertīzē it īpaši, ja iepriekš par tā būšanu cietušajam nav informācijas (48).

5. Pētījuma metodoloģija

Bakalaura darba empīriskā pētījuma veikšanai tika izvēlēts kvalitatīvā pētījuma stratēģija, pamatotās teorijas dizains. Tas tiek definēts kā “kvalitatīvā pētījuma dizains, kur pētnieks, izmantojot nepārtraukto salīdzinošo datu analīzi, izstrādā vispārīgu procesa, darbības vai mijiedarbības skaidrojumu, kas balstās uz daudzu pētījuma dalībnieku viedokļiem” (49). Šī dizaina ietvaros tiek ievākti un analizēti dati, un pēc tam, uz tiem balstoties, tiek izveidota teorija gan ar induktīvo, gan deduktīvo metožu palīdzību. Pamatotās teorijas specifiskais mērķis ir nevis vienkārši aprakstīt, bet atklāt procesa, parādības analītisko shēmu. (50)

Pētījuma ietvaros, izmantojot pieejamos literatūras avotus un izpētot izplatītākos nāves cēloņus Latvijā un pasaulē, autore veica to identificēšanu. Pēc tam autore veica tālāku datu ievākšanu no dažādiem pētījumiem, publikācijām un zinātniskajām monogrāfijām, atlasot datus par dažādu virtopsijas tehniku pielietojumu to kontekstā, šos datus tālāk analizējot, interpretējot un veidojot iepriekš aprakstīto pamatoto teoriju par katras metodes efektivitāti konkrēto nāves cēloņu izpētē.

Kritēriji, pēc kuriem dati tika analizēti, meklējot atbildes uz pētījuma jautājumu - kura no radioloģijas metodēm kriminālistikā ir visefektīvākā, bija;

- 1) nāves cēloņu grupas vispārīgais apraksts, akcentējot tam specifiskās iezīmes nāves gadījumos;
- 2) ieteiktās virtopsijas tehnikas;
- 3) ķermeņa pozicionēšana izmeklējumā;
- 4) kādi ir izmeklējuma protokoli;
- 5) vai pielieto kādus palīgīdzekļus;
- 6) specifiskās iezīmes;
- 7) pētījumos norādītās efektivitātes novērtējums konkrētajai nāves cēloņu grupai (vērtējums izteikts ar 0-3 punktiem, kur 0 - ļoti neefektīvs, 3 – ļoti efektīvs);
- 8) citas piezīmes.

Empīriskais pētījums tika veikts laika periodā no 15.03.2022. – 19.04.2022.

Dati tika iegūti no šādām datubāzēm:

- NCBI,
- PubMed,
- Researchgate,

- SageJournals,
- Elsevier,
- Tandonline.

Publikācijas un gadījumu apraksti tika meklēti pēc atslēgas vārdiem: *virtopsy, forensic/post mortem CT, forensic/post mortem MRI, forensic/post mortem MR, forensic/post mortem angiography, forensic/post mortem multislice CT, forensic/post mortem magnetic resonance spectroscopy, forensic/post mortem radiology, forensic/post mortem MSCT, forensic/post mortem PCTA, forensic/post mortem MRS, forensic/post mortem PMMR.*

6. Rezultāti un diskusija

Valsts tiesu medicīnas ekspertīzes centrs 2020. gada pārskatā (nav pieejamu datu par 2021. un 2022. gada pirmajiem trīs mēnešiem) norādīja, ka mirušo ekspertīzes laikā no 2018. līdz 2020. gadam kopumā samazinājās, tomēr to skaits kopumā bija virs 2400 ekspertīzēm. Dzīvo personu izpētēm un ekspertīzēm arī vērojams samazinājums, tomēr tās ir vidēji 2,5 reizes vairāk šajā periodā kā mirušo – attiecīgi virs 6060 ekspertīzēm. Tā kā tiesu ekspertīzēs ietilpst arī dažādas specifiskas ekspertīzes, piemēram, histoloģijas, ģenētiskās, seroloģijas, toksikoloģijas u.c., to kopējais skaits 2020. gadā bija 15 965. Šie dati norāda, ka Latvijā kopumā tiek veikts salīdzinoši liels daudzums tiesu ekspertīžu. (55) Ņemot vērā iepriekš secināto, ka dominējošā autopsijas forma ir tradicionālā, šie dati kopā norāda uz virtopsijas nepieciešamību ekspertīžu slodzes mazināšanai. Uz slodzes pieaugumu norādīts arī jau minētajā gada pārskatā – lai gan ekspertīžu gadījumu skaits samazinājies, ir pieaudzis apjomīgāku un sarežģītāku ekspertīžu skaits/īpatsvars. (55)

Dzīvo personu ekspertīzēs lielāko īpatsvaru veido bojājumu smaguma pakāpes noteikšanas ekspertīzes, tam seko dzimumnozīgumu ekspertīzes. Mirušo ekspertīzēs autopsiju skaits 2020. gadā veidoja 2265 gadījumus, to skaitā 1131 gadījumos tika konstatēta vardarbīga nāve, 851 nevardarbīga, bet 283 nāves cēlonis netika noteikts. (55) Pēc mehānisma 2018.-2020. gadā izplatītākie vardarbīgas nāves veidi bija:

1. mehāniski bojājumi – 39% visu gadījumu;
2. mehāniskā asfiksija – 37%;
3. saindēšanās – 15%;
4. galējo temperatūru iedarbība – 8%;
5. elektrotrauma – 1% (55).

Pēc lietas apstākļiem izplatītākie vardarbīgas nāves veidi bija:

1. sadzīves un darba traumas, to skaitā:
 - a. noslīkuši;
 - b. gājuši bojā zemas temperatūras iedarbībā;
2. pašnāvības;
3. slepkavības (55).

Bērnu un pusaudžu (līdz 18 gadu vecumam) vardarbīgās nāves veidi pēc lietas apstākļiem Latvijā 2020. gadā bija:

1. nelaimes gadījumi;

2. pašnāvības;
3. slepkavības (55).

Savukārt letālo ceļu satiksmes negadījumu īpatsvarā 2020. gadā bija:

1. autotraumas 76%;
2. citas traumas – 13%;
3. moto un dzelzceļa traumas – pa 5% katra;
4. traktoru traumas – 1% (55).

Latvijas Valsts policija 2019. gada datus norāda, ka no visiem tīšajiem miesas bojājumiem

- 51% bija viegli;
- 39% bija vidēji, bet
- 15% bija smagi (56).

Papildus tam, par slepkavību vai slepkavības mēģinājumu bija uzsākti 75 kriminālprocesi, bet 46 gadījumos bija tīši miesas bojājumi ar nāves sekām. (56).

No 546 cietušajiem bērniem

- 36% gadījumi bija saistīti ar tikumību un dzimumneaizskaramību;
- 19% ar cietsirdību un vardarbību;
- 13% ar mantiskajiem noziegumiem;
- 12% ar nodarījumiem pret dzīvību un veselību (56).

Papildus tam 705 bērni vecumā līdz 17 gadiem tika ievainoti ceļu satiksmes negadījumos (56).

Ceļu satiksmes negadījumos 3% no visiem cietušajiem bija gājuši bojā, un to īpatsvarā hierarhiski dominēja:

1. sadursme;
2. uzbraukšana gājējam;
3. apgāšanās;
4. uzbraukšana šķērslim;
5. uzbraukšana velosipēdistam (56).

2019. gadā arī 2 personas bija gājušas bojā, pārvietojoties ar elektriskajiem skrejriteņiem (56).

Kriminālistikā Valsts policija nozīmēja 10 769 tiesu ekspertīzes, savukārt tika izpildītas 12 047 ekspertīzes un izpētes (56).

Šo datu papildinājumam jānorāda, ka Latvijā vērojams augstākais vardarbīgo nāves gadījumu skaits – 2016. gadā vardarbības dēļ Latvijā bija 4,6 gadījumi uz 100 000 iedzīvotāju, un tas bija 2. augstākais rādītājs ES (60). Savukārt 2017. gadā Latvijā tika reģistrētas 5,6 tīšas slepkavības uz 100 000 iedzīvotāju, kas bija visaugstākais rādītājs ES (58). Iekšlietu ministrija prognozē, ka 2022. gadā šis rādītājs saglabāsies 4 gadījumu robežās uz 100 000 iedzīvotāju, līdzīgi, kā tas bija 2021 (4,3). 2018. gadā tas bija 4,11, 2020. gadā 4.12. (59) Savukārt par 2020. gadu Valsts policija secināja, ka pieaugusi smago noziegumu proporcija un attiecīgi skaits, pieaudzis arī letālo ceļu satiksmes negadījumu skaits (57). Secināms, ka šādu nāves gadījumu skaits joprojām un ilgstoši jau saglabājas augsts Latvijā, tādējādi apstiprinot nepieciešamību aktīvāk un vairāk pielietot virtopsiju, kas ļautu palīdzēt ātrāk, efektīvāk veikt ekspertīzes un izpēti, kombinējot to ar tradicionālajām autopsijām, vai aizstājot, ja nepieciešams/ir iespējams. Uz šādu nepieciešamību norāda arī tas, ka, piemēram, 2016. gadā no slepkavību noziedzīgajiem nodarījumiem atklātas tika 78%, 2017. gadā – 77%, 2018. gadā – 86%, 2019. gadā – 88%, bet 2020. gadā – 85% (61). Tātad 2016-2020. gadā vidēji netika atklātas 17,2 % slepkavību katru gadu, kas ir sestā daļa.

Globālā perspektīvā kriminālistikā autopsiju statistikā tiek izdalītas dažādas ievainojumu grupas, katra ar savām specifiskām iezīmēm to izpausmēs ķermenī. Galvenās no tām ir trula spēka traumas; asu spēku traumas - asu spēku ievainojumi; asfiksija; šaujamieroču brūces; vielu lietošanas sekas (6).

Apkopojot Latvijas statistikas datus un kombinējot tos ar ārzemju datiem, tā kā Latvijā, piemēram, publiskajā telpā nav pieejami detalizēti dati par slepkavību veidiem, bakalaura darba autore turpmāk analizēs šīs nāves cēloņu grupas virtopsijas tehniku kontekstā:

- trula spēka traumas – sitieni, kritieni;
- asu spēku traumas - asu spēku ievainojumi – dūrieni u.tml.;
- asfiksija;
- šaujamieroču brūces;
- vielu lietošanas sekas;
- satiksmes negadījumi;
- noslīkšana;
- elektrotraumas.

Trula spēka traumas

Nāves cēloņu grupas vispārīgais apraksts: šīs traumas tiek izdarītas ar neasu priekšmetu palīdzību, tās var noberzt vai noskrāpēt audus. Ja audi tiek ievainoti līdz tādām līmenim, ka āda var pārmērīgi izstiepties, veidojas plīsumi gan ādā, gan tādi var veidoties arī audos. Ja tie veidojas audos, tie var manifestēties gan ādas virsējos slāņos, no atvērtām brūcēm, gan zemādā, bet tie var arī neparādīties ārēji, ja trieciens skāris ķermeņa dziļākos audus vai orgānus. (6) Sasitums rodas trula spēka ietekmē, pārraujot kapilārus zem ādas virsmas, atstājot ādas virsmu neskartu, savukārt nobrāzums veidojas, ja tā rezultātā tiek norauta virsējā epiderma. Gan sasitumi, gan nobrāzumi var veidot noteiktas iezīmes, ko var izmantot iespējamā ieroča vai tā lietošanas izskaidrošanai pēc brūces raksturojuma. Būtiski, ka trula spēka ietekmē, papildus iekšējo orgānu bojājumiem, bieži novērojami kaulu lūzumi. Trula spēka traumas var izraisīt iekšēju vai ārēju asiņošanu; šāda spēka ievainojumi ir atkarīgi no vairākiem faktoriem – spēks, ātrums, trieciena ilgums, kontakta virsma/dislokācija un ietekmēto audu elasticitāte. Bieži cēloņi nāves gadījumiem saistībā ar trulu spēku ir vardarbībai – dažādiem sitieniem, kā arī ceļu satiksmes negadījumiem. (62)

Ieteiktās virtopsijas tehnikas:

- rentgenogrammas – efektīvi parāda kaulu lūzumus (65);
- CT un MSCT – tā uzrāda ievērojami augstāku precizitāti traumu noteikšanā nekā tradicionālā autopsija. Kopumā CT uzrāda 85% precizitāti trula spēka traumu nāves gadījumos (63); tā ir īpaši efektīva traumu paterna un tieši kaulu traumu gadījumiem (64). MSCT ir īpaši efektīva nazālo lūzumu gadījumos galvas traumām, kas var palīdzēt noteikt, piemēram, vai cilvēks saņēmis sitienus pa seju, šī metode ir efektīva arī kritienu un sitienu diferencēšanā mirušajiem (66);
- MRI ir efektīva metode trula spēka traumām mīkstajos audos, tās ļoti labi uzrāda asiņošanu muskuļos (66);
- PCTA – kā papildus metode.

Kādi dati iegūstami:

- rentgenogrammas – kaulu lūzumus un svešķermeņus;
- CT – efektīvi parāda lūzumus, dislokācijas, gaisu, zemādas gāzes, mīksto audu ievainojumus un šķidrums sakopojumus. CT ir īpaši efektīva dažādu skeleta ievainojumu paterna un apmēra noteikšanā (65);
- MRI – mīksto audu bojājumus (65).

Kādi ir izmeklējuma protokoli: visa ķermeņa skenēšanai CT iekārtai jābūt pietiekami plašai, lai tajā varētu ievietot ekshumētos liķus ar visiem zārkiem, caurdurtus vai pārogļojušos liķus tādās pozīcijās, kādās tie sastinguši, kā arī sadalījušos un līdz ar to uzpūtušos ķermeņus, kuriem ir palielināts svars. Ideālais diametrs būtu 85 cm, tomēr vidēji 78 cm ir optimāls. (64)

Ķermenim jāatrodas guļus pozīcijā, tam jābūt ievietotam no artefaktiem brīvā ķermeņa maisā, lai netiktu kontaminēts CT. Galvai pēc iespējas jābūt novietotai mediālā stāvoklī. Visa ķermeņa skenēšanas gadījumā, ja CT galds ir īsāks par 2m un ja ķermenis ir garāks, tas pēc iespējas jānovieto pozā ar saliktiem ceļiem, tomēr pie attēlu interpretācijas jāņem vērā, ka ceļu daļas attēlojums būs neprecīzs. (64)

Sākotnējā skenēšana ir jāveic bez ķermeņa izmaiņām, pēc bāzes skenējuma jānovāc visi eksteriālie materiāli (atskaitot medicīniskos) – akmentiņi, rāvējslēdzēji u.tml. (64).

Secīgi vispirms tiek veikta:

- bāzes skenēšana – sākot no galvas, virzienā uz pēdām, pēdu pirkstiņiem;
- bāzes skenēšanai seko galvas un kakla skenēšana;
- pēc tam – krūškurvja un vēdera skenēšana;
- pēc tam apakšējo ekstremitāšu skenēšana (64).

Pētījumos norādītās efektivitātes novērtējums konkrētajai nāves cēloņu grupai (vērtējums izteikts ar 0-3 punktiem, kur 0 - ļoti neefektīvs, 3 – ļoti efektīvs): kā iepriekš tika norādīts, CT ir vērtējama kā ar ļoti augstu efektivitāti esoša metode, attiecīgi tās vērtējums ir 2-3 punkti, arī MRI un angiogrāfija vērtējama katra ar 2-3 punktiem. Maksimālais punktu skaits netiek piešķirts, jo pētījumi norāda, ka tās nepieciešams izmantot kombinēti gan savā starpā, gan ar tradicionālo autopsiju. Savukārt rentgenogrammu efektivitāte vērtējama ar 1 punktu, PCTA – 0-1 punkts.

Citas piezīmes: CT, CTA un MRI kombinēšana dod iespēju veidot 3D modeļus, kas palīdz restaurēt notikumu secību nāves gadījumos.

Asu spēku traumas

Nāves cēloņu grupas vispārīgais apraksts: asu spēku traumām ir tipiski griezumī un dūrieni. Griezums nozīmē, ka ievainojums ir garāks par tās dziļumu, savukārt dūriens ir dziļāks par ievainojuma garumu (6).

Ieteiktās virtopsijas tehnikas: CT angiogrāfija (PCTA) labi parāda durtu brūču ievainojumus kardiovaskulārajā sistēmā mirušajiem, iekšējo asiņošanu (65). Tāpat CT, MSCT, MRI un rentgenogrammas izmantojamas, līdzīgi kā pie trula spēka traumām.

Ķermeņa pozicionēšana izmeklējumā un tas, vai un kā pozicionēšana ietekmē attēlu kvalitāti ir līdzīga kā pie trula spēka traumām – vislabākā ir guļus pozīcija.

Specifiskās iezīmes: tā kā asu spēku traumas bieži saistītas ar iekšējo asiņošanu, būtiska šādos gadījumos ir CTA – angiogrāfijas izmantošana (15).

Pētījumos norādītās efektivitātes novērtējums konkrētajai nāves cēloņu grupai (vērtējums izteikts ar 0-3 punktiem, kur 0 - ļoti neefektīvs, 3 – ļoti efektīvs): CT 2-3 punkti, PCTA-3 punkti, MRI 2-3 punkti, rentgenogrammas – 0-1 punkts.

Asfiksija

Nāves cēloņu grupas vispārīgais apraksts: Asfiksija ir situācija, kad tiek radīta skābekļa nepietiekamība (hipoksija) un kas tādējādi izsauc tās norises un to secību, kam pamatā ir izmaiņas skābekļa apgādē un un tā patēriņā audos. Šī nepietiekamība var būt daļēja (hipoksija) vai totāla (anoksija) (43). Asfiksija nozīmē dažādu apstākļu kombinācijas, kuru rezultātā ir pārtraukta skābekļa uzņemšana, piemēram, ugunsgrēka gadījumā karbona monoksīds piesaista sarkanās asins šūnas, kas transportē skābekli. Tā rezultātā tas netiek uzņemts. Savukārt pakāršanās gadījumā tiek traucēta smadzeņu apasiņošana vai nu traucējot asins atteci, vai – asiņu piegādi tām. (6)

Ieteiktās virtopsijas tehnikas:

- rentgenogrammas;
- CT – laringeālajām traumām, it īpaši mēles kaula un tiroīdā kaula lūzumiem (64). CT ir efektīva pakāršanos gadījumu izpētē, jo precīzi parāda mīksto audu iespaidumus, zemādas emfizēmas un smalkos kakla daļas lūzumus, tai skaitā - miega artērijas bojājumus, trahejas un balsenes ievainojumus, jau minētā mēles kaula lūzumus, mugurkaula kakla lūzumus un muguras smadzeņu bojājumus (65);
- MSCT (43);
- MRI (43);
- arī PCTA - tā parāda vaskulāros bojājumus, piemēram, pakāršanās gadījumos (70).

Kādi dati iegūstami: CT īpaši efektīvi sniedz datus par zemādas gāzu sakopojumiem galvā un kaklā (konvencionālā autopsija šādus datus nesniedz/sniedz mazefektīvi); arī mēles kaula lūzumu attēlošanā CT ir ļoti efektīva. Papildus tā uzrāda arī detalizētāku lūzumu situāciju kakla un galvas daļās. (72)

Kādi ir izmeklējuma protokoli: Laringeālajai CT skenēšanai tiek rekomendēta VRT (3-dimensiju tilpuma attēlveidošana) tehnika, kas ļauj labāk saprast izliekto vai laužto kaulu daļiņu stāvokli attiecībā pret aksiālajiem slāņiem (64).

Specifiskās iezīmes: MRI ir īpaši efektīva zemādas asiņošanas noteikšanā, kad šādu ārēju pazīmju nav novērojamas (73).

Pētījumos norādītās efektivitātes novērtējums konkrētajai nāves cēloņu grupai (vērtējums izteikts ar 0-3 punktiem, kur 0 - ļoti neefektīvs, 3 – ļoti efektīvs): rentgenogrammas – 0-1; MSCT 3, CT 2, MRI 1-2, PCTA 1-2.

Citas piezīmes: pirms MSCT asfiksijas gadījumiem tiek rekomendēts veikt vispirms MRI, jo tā efektīvi parāda atšķirības starp svešķermeņiem un mīkstajiem audiem. Grūtības gan rada tas, ja sākotnēji nav aizdomu par asfiksiju. Tomēr, ja ir iespējams, tad MRI pirms MSCT skaidri norādīs, ja asfiksiju izraisījis ķermenī palicis cēloņa objekts (69).

Šaujamo bruces

Nāves cēloņu grupas vispārīgais apraksts: tiesu ekspertīzes galvenie uzdevumi šautu bruču nāves gadījumos ir noskaidrot:

- kā ierocis bijis pavērsts pret upuri;
- šaušanas distance;
- vai ievainojums veidojies, lodei iekļūstot ķermenī, vai arī tikai to skarot;
- ieejošā un izejošā brūce;
- lodes kurss cauri ķermenim/ķermenī;
- šāvienu secība vairāku šautu bruču gadījumos;
- lodes vai citu svešķermeņu klātbūtne ķermenī (piemēram, vai lode izlidojusi cauri stiklam vai kokam (piem., durvīm), pirms tā iekļuvusi upurī);
- nāves cēlonis un šauto bruču ietekme;
- lodes tips, izmērs un iespējamā ieroča identificēšana (66).

Ieteiktās virtopsijas tehnikas: šautu bruču nāves gadījumiem tiek ieteikta CT un MSCT metode. Kopumā CT/MSCT uzrāda 99,5% precizitāti šādu traumu nāves gadījumos; tā ir īpaši efektīva bruces kanāla noteikšanā un ievainojumu apmēra noteikšanā (63, 65). CT/MSCT efektīvi parāda atšķirīgi kaulu un ložu daļiņu/metālisko putekļu sastāvus (65).

Tāpat plaši tiek izmantota rentgenogrāfija – divas rentgenogrammas spēj efektīvi apstiprināt, piemēram, lodes precīzu atrašanos ķermenī (65).

CT angiogrāfija (PCTA) labi parāda šauto bruču ievainojumus kardiovaskulārajā sistēmā mirušajiem (65).

Salīdzinot MRI un CT, MRI ir efektīvāka šautu brūču galvā gadījumos, efektīvāk parādot nobrāzumus, sasitumus, plēsumus (20).

Kādi dati iegūstami:

- rentgenogrammas – labi uzrāda svešķermeņus; tās primāri tiek izmantotas, lai noteiktu, vai lode vai tās daļas palikušas ķermenī, lai lokalizētu lodes atrašanās vietu ķermenī, lai mēģinātu noteikt lodes kalibru un tādējādi – iespējamo ieroci, kas izmantots noziegumā; lai noteiktu iespējamo lodes trajektoriju (65, 66);
- CT – svešķermeņu klātesamībā, dislokāciju un to trajektoriju noteikšana;
- MRI – mīksto audu bojājumus, svešķermeņu ietekmes izvērtējumu..

Pētījumos norādītās efektivitātes novērtējums konkrētajai nāves cēloņu grupai (vērtējums izteikts ar 0-3 punktiem, kur 0 - ļoti neefektīvs, 3 – ļoti efektīvs): rentgenogrammas 1-2, CT – 2, MSCT – 2; MRI – 2, PCTA – 1-2.

Vielu lietošanas sekas

Nāves cēloņu grupas vispārīgais apraksts: tās ietver gan narkotisko vielu pārdozēšanu, gan saindēšanos ar alkoholu, gan indēšanas, arī suicīdu gadījumus; tā ir dažādu vielu lietošana, kā rezultātā iestājusies nāve. (6)

Ieteiktās virtopsijas tehnikas:

- indēšanas nāves gadījumiem tiek ieteikta CT metode - tā uzrāda 78% precizitāti šādu traumu nāves gadījumos (63). CT ir efektīva, analizējot urīnpūsli, tabletes vēderā, kad narkotiku konteineri transportēti zarnās (64);
- tomēr kopumā toksikoloģijā smadzeņu izvērtēšanai un vielu ietekmei uz tām tiek rekomendēta gan CT, gan MRI (65);
- jauna metode ir MRS, tā maz aprakstīta tiesu ekspertīzes pētījumos, bet esošie pētījumi norāda, ka tās pielietošana izplatās (46).

Kādi dati iegūstami: CT un MRI ļauj konstatēt vielu saturošo objektu (piemēram, tablešu) klātbūtni organismā, kā arī šo vielu ietekmes sekas mirušā ķermenī. Savukārt MRS metode, lai gan nav pieejamu pētījumu par konkrētiem gadījumiem, vērsta uz vielu klātbūtnes noteikšanu mirušajos. (46, 63, 64, 65)

Kādi ir izmeklējuma protokoli: CT angiogrāfijai (PCTA) skenēšanas posmi ietver šādu secību:

1. i/v kontrastvielas ievade (ja vien nav aizdomas par venozām patoloģijām vai pulmonāro tromboembolismu);
2. arteriālā PCTA – no galvas virzienā uz kāju pirkstgaliem, rokas nolaistas;
3. pēc tam rokas tiek izplestas un atkārtota skenēšana, bet tikai krūškurvim un vēderam;
4. venozā PMCTA ar izstieptām rokām visam ķermenim;
5. venozā PMCTA ar izstieptām rokām tikai vēderam un krūškurvim (64).

Pētījumos norādītās efektivitātes novērtējums konkrētajai nāves cēloņu grupai (vērtējums izteikts ar 0-3 punktiem, kur 0 - ļoti neefektīvs, 3 – ļoti efektīvs): CT un MRI katrai 1-2 punkti, MRS – 3 punkti.

Satiksmes negadījumi

Nāves cēloņu grupas vispārīgais apraksts: ceļu satiksmes negadījumos nāvi visbiežāk izraisa:

1. krūškurvja traumas (virs 60% gadījumu);
2. galvas traumas (49%);
3. vēdera traumas(10%);
4. muguras traumas (9%) (67).

CSN galvas traumu biežākie veidi ir – galvaskausa lūzumi, vertebrālās dislokācijas un lūzumi, epidurālās, subdurālās un subarhanoīdās asiņošanas, smadzeņu un mugurkaula kontūzijas, intraventrikulārās asiņošanas un difūzas smadzeņu traumas. Krūškurvja traumām tipiski ir ribu lūzumi, plīsumi sirdī, krūškurvja sienas ievainojumi, aortas plīsumi, diafragmas trauma un plaušu bojājumi, savukārt vēderā – iekšējo orgānu traumas. (67)

Ieteiktās virtopsijas tehnikas:

- CT;
- MSCT;
- MRI;
- Rentgenogrammas;
- PCTA (67).

Kādi dati iegūstami:

- rentgenogrammas – kaulu lūzumus un svešķermeņus;
- CT/MSCT – kaulu lūzumus, svešķermeņus, plašus ar asiņošanu saistītus ievainojumus;

- MRI – mīksto audu, nervu, kardiovaskulārās sistēmas ievainojumus (65, 67)

Pētījumos norādītās efektivitātes novērtējums konkrētajai nāves cēloņu grupai (vērtējums izteikts ar 0-3 punktiem, kur 0 - ļoti neefektīvs, 3 – ļoti efektīvs): rentgenogrammas 1-2, CT/MSCT – 2-3, MRI – 2-3, PCTA - 0-1.

Noslīkšana

Nāves cēloņu grupas vispārīgais apraksts: nāve noslīkšanas rezultātā tiek definēta kā tāda, kurā mutes un deguna aizsprostojums ar šķidrumu (parasti ūdeni) traucējis/aizsprostojis elpošanu (66).

Ieteiktās virtopsijas tehnikas:

- rentgenogrāfija – rentgens krūškurvim;
- CT plaušām, vēderam, galvai;
- MSCT krūškurvim un rīklei;
- PCTA plaušu, krūškurvja un galvas un kakla daļām (65, 66)

Kādi dati iegūstami:

PMCT var atklāt šķidrumu deguna blakusdobumos un plaušu bronhos, tā labi parāda augsta blīvuma materiālu (smiltis, dubļi vai dūņas) slāņošanos deguna blakusdobumos, elpceļos vai kuņģī noslīkšanu gadījumos. CT uzrāda arī putojoša elpceļa šķidruma klātbūtni noslīkšanu gadījumos, pleiras plīsumus, bet PCTA pie noslīkšanām parāda paplašinātus sirds kambarus labajā pusē, un aizsprostojumus plaušu asinsvadu sistēmā. (65)

Pētījumi norāda arī, ka noslīkšanas gadījumos tieši CT efektīvi ļauj noteikt distanci starp plaušām, vēdera tilpumu un kuņģa satura blīvumu, pēc kā var diferencēt, vai notikusi slīkšana, vai arī nāves cēlonis bijis nesaistīts ar to (74).

Specifiskās iezīmes: būtiski ņemt vērā, ka PMRI T2 tiek rekomendētas labākai diferencēšanai starp šķidrumiem un taukiem (68).

Pētījumos norādītās efektivitātes novērtējums konkrētajai nāves cēloņu grupai (vērtējums izteikts ar 0-3 punktiem, kur 0 - ļoti neefektīvs, 3 – ļoti efektīvs): rentgenogrammas 1, CT – 1-2, MRI – 2-3, MSCT 2-3 PCTA 2.

Elektrotraumas

Nāves cēloņu grupas vispārīgais apraksts: elektrotraumu ietekme uz ķermeni tiek klasificēta septiņās izpausmēs:

- frekvences ietekme (AC ir bīstamāka par DC);
- termālie efekti;
- jušana;
- motorā funkcija;
- kardiofunkcija;
- nervu funkcija;
- apdegumi (66).

Ieteiktās virtopsijas tehnikas: elektrotraumām lielākoties tiek ieteikta CT un CT angiogrāfija. Lai gan MRI labi parāda mīksto audu bojājumus, elektrotraumu nāves gadījumos tā nav efektīva. (63, 64). Tomēr citos pētījumos tiek norādīts, ka tieši MRI vislabāk parāda rabdomiolīzi – bojājumus muskuļos, ko izraisījušas elektrotraumas (75).

Ķermeņa pozicionēšana izmeklējumā: apdegumu gadījumā ļoti piesardzīgi.

Vai un kā pozicionēšana ietekmē attēlu kvalitāti: veicot CT skenēšanu, pēc bāzes skenējuma, kā arī pirms tā, veicot pārogļojušos ķermeņa pozicionēšanu jāņem vērā, ka tiem ir ļoti augsts risks jaunu lūzumu izveidei (64).

Kādi dati iegūstami: mīksto audu bojājumi, kaulu bojājumi, nervu bojājumi u.c.

Pētījumos norādītās efektivitātes novērtējums konkrētajai nāves cēloņu grupai (vērtējums izteikts ar 0-3 punktiem, kur 0 - ļoti neefektīvs, 3 – ļoti efektīvs): CT – 1-2, PCTA – 1-2, MRI 1-2.

Pielikumā tabulā bakalaura darba autore apkopojusi iepriekš pētīto un analizēto nāves cēloņu un to ietvaros pielietoto metožu salīdzinājumu.

Kā norāda 1. tabulas dati, visaktīvāk no virtopsijas metodēm tiek izmantotas rentgenogrammas, CT, MSCT, PCTA un MRI. 1. tabulā autore uzskatāmi parādījusi katras metodes novērtējumu pēc nāves cēloņu veidiem, pēc to pētījumos norādītās efektivitātes novērtējuma konkrētajai nāves cēloņu grupai (vērtējums izteikts ar 0-3 punktiem, kur 0 - ļoti neefektīvs, 3 – ļoti efektīvs).

6.1. tabula. Dažādu nāves cēloņu un to ietvaros pielietoto virtopsijas metožu salīdzinājums

*Atsauce: autores veidota.

| | Trula spēka traumas | Asu spēku traumas | Asfiksija | Šaujamo obruces | Vielu lietošanas sekas | Satiksmes negadījumi | Noslīkšana | Elektrotraumas |
|----------------|----------------------------|--------------------------|------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------|
| Rentgenogramma | 1 | 0.5 | 0.5 | 1.5 | 0 | 1.5 | 1 | 0 |
| CT | 2.5 | 2.5 | 2 | 2 | 1.5 | 2.5 | 1.5 | 1.5 |
| MSCT | 2.5 | 2.5 | 3 | 2 | 0 | 2.5 | 2.5 | 0 |
| PCTA | 0.5 | 3 | 1.5 | 2 | 0 | 0.5 | 2 | 1.5 |
| MRI | 2.5 | 2.5 | 1.5 | 1.5 | 3 | 2.5 | 2.5 | 1.5 |
| MRS | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |

Secināms, ka tādējādi MRI, CT un MSCT ir efektīvākās no virtopsijas metodēm, savukārt lielākais virtopsijas metožu ieguldījums ir asu spēku traumām, bet vidējs/virs vidējā – satiksmes negadījumiem, noslīkšanai, trula spēka traumām un šautām brūcēm.

Nāves cēloņu grupas savstarpēji ir grūti salīdzināmas, tā kā to specifiskās iezīmes ir saistītas ar spēku, kā iedarbībā traumas rodas. Tā kā kopumā biežākās sekas ir kaulu lūzumi un mīksto audu ievainojumi, tas izskaidro MRI, CT un MSCT plašāku pielietojumu.

Izmeklējumu protokoli saistīti ar katras virtopsijas tehnikas speciālajām iekārtām un metodēm. Tomēr kā kopīgās iezīmes ir jāizdala – vispirms CT veikšana ķermenim, kas ir pozicionēts pēc iespējas guļus uz muguras pozā bez manipulācijām – tā sauktā bāzes skenēšana. Tikai pēc tam tiek rekomendēts veikt ķermeņa pozas un pozīcijas izmaiņšanu, kā arī citas virtopsijas tehnikas.

Pozicionēšanā galvenie divi principi, kas tiek rekomendēti, ir – vispirms ķermenis guļus uz muguras ar rokām gar sāniem/pozā, kādā rokas sastingušas, bet pēc tam roku izplešana virs galvas, tās nofiksējot. Ja ķermenis neietilpst iekārtā, tiek rekomendēts guļus uz muguras pozā ceļus ķermenim saliekt. Ievērojot šos principus, virtopsijas metožu attēlu kvalitāte būtiski uzlabojas.

Palīgīdzekļi tiek izmantoti tikai PCTA metodei – tās ir kontrastvielas.

Biežākie dati, ko ar virtopsijas metodēm iegūst, atšķiras atkarībā no nāves cēloņu grupām, tomēr kopumā tie ir – kaulu lūzumi, mīksto audu bojājumi, svešķermeņi un to trajektorijas, gāzu un šķidrumu sakopojumi ķermenī.

Būtiskas piezīmes – apdegušiem ķermeņiem pozicionēšana veicama ļoti uzmanīgi, jo tās laikā var tikt norauti ādas/ķermeņa fragmenti, kā arī kauliem ir tendence sadrupt/viegli salūzt.

Būtiskākais ieguldījums virtopsijas metodēm kopumā ir tas, ka to iespējas ļauj radīt 3D attēlus, savukārt šie 3D modeļi tālāk palīdz saprast un rekonstruēt nāves gadījumu.

Secinājumi un ieteikumi

Bakalaura darba pētījuma ietvaros tika īstenots izvirzītais mērķis un atbildēts uz izvirzīto pētījuma jautājumu: kura no radioloģijas metodēm kriminālistikā ir visefektīvākā? Pētījuma rezultāti norāda, ka MRI, CT un MSCT ir efektīvākās no virtopsijas metodēm.

Pētījuma gaitā būtiskākie secinājumi ir:

1. virtopsijas galvenie ieguvumi – maz/ne-invazivitāte, augsta precizitāte, ātrāka un precīzāka ievainojumu noteikšana, dati digitalizējami, tādējādi atkārtoti analizējami bez nepieciešamības manipulēt ar ķermeni; juridiski ētisko aspektu/ierobežojumu ievērojami mazāka sensitivitāte;
2. virtopsijas pašreizējie trūkumi – maz salīdzinošo pētījumu, salīdzinoši jauna metode, kas strauji attīstās un tādējādi dažādi aspekti vēl tiek adaptēti (piemēram, standartizēti protokoli), ar tām nevar fiksēt visas patoloģijas, infekcijas, smaržas, sīkus ievainojumus, krāsu izmaiņas u.tml.;
3. virtopsijas metodes vislielāko efektivitāti dod veiktas kombinācijā ar tradicionālo autopsiju;
4. lielākais virtopsijas metožu pienesums ir asu spēku traumām, bet vidējs/virs vidējā – satiksmes negadījumiem, noslīkšanai, trula spēka traumām un šautām brūcēm;
5. virtopsijas izmeklējumu protokolu nianse saistītas ar katras tehnikas speciālajām iekārtām un metodēm, bet to kopīgās iezīmes ir: vispirms ķermenim jāveic CT, kas ir pozicionēts pēc iespējas guļus uz muguras pozā bez manipulācijām – tā sauktā bāzes skenēšana. Tikai pēc bāzes skenēšanas var veikt ķermeņa pozas un pozīcijas izmaiņšanu, kā arī pielietot citas virtopsijas tehnikas;
6. pozicionēšanā galvenie divi principi ir – vispirms ķermenis guļus uz muguras ar rokām gar sāniem - pozā, kādā rokas sastingušas, bet pēc tam roku izplešana virs galvas, tās nofiksējot, ievērojot šos principus, virtopsijas metožu attēlu kvalitāte būtiski uzlabojas;
7. biežāk iegūstamie dati ar virtopsijas metodēm ir – kaulu lūzumi, mīksto audu bojājumi, svešķermeņi un to trajektorijas, gāzu un šķidrumu sakopojumi ķermenī;

Tā kā Latvijā ir vērojams augsts vardarbīgu nāvju izplatības līmenis, tiesu ekspertīzēm tiek rekomendēts izmantot CT, MSCT un MRI tehnikas. Ņemot vērā to dārdzību, šīs ekspertīzes iespējams īstenot medicīnas iestādēs, savukārt finansējuma iegūšanas gadījumā iekārtas labāk iegādāties. Būtiski, ka rezultātu interpretēšanai ir nepieciešami kvalificēti un pieredzējuši speciālisti, tāpēc vienlaikus ar šo metožu pielietojumu nepieciešams Latvijas augstskolās ieviest mācību programmas vai papildināt esošās ar tiesu ekspertīzes virtopsijas specializāciju. Virtopsija ir jāizmanto komplementāri tradicionālajai autopsijai vislielāko efektu iegūšanai.

Izmantotā literatūra un avoti

1. **Patowary A.J.** Virtopsy: One Step Forward In The Field Of Forensic Medicine - A Review. *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine*, 2008, N. 30, vol. 1, p. 32-36.
2. **Badam, R. K., Sownetha, T., Babu, D., Waghray, S., Reddy, L., Garlapati, K., & Chavva, S.** Virtopsy: Touch-free autopsy. *Journal of forensic dental sciences*, 2017, N. 9, vol. 1, p. 42-46.
3. **Grabherr, S., Heinemann, A., Vogel, H., Ruttig, G., Morgan, B., Woźniak, K., Dedouit, F., Fischer, F., Lochner, S., Wittig, H., Guglielmi, G., Eplinius, F., Michaud, K., Palmiere, C., Chevallier, C., Mangin, P., & Grimm, J. M.** Postmortem CT Angiography Compared with Autopsy: A Forensic Multicenter Study. *Radiology*, 2018, N. 288, vol. 1, p. 270–276.
4. **Tognarelli, J. M., Dawood, M., Shariff, M. I., Grover, V. P., Crossey, M. M., Cox, I. J., Taylor-Robinson, S. D., & McPhail, M. J.** Magnetic Resonance Spectroscopy: Principles and Techniques: Lessons for Clinicians. *Journal of clinical and experimental hepatology*, 2015, N. 5, vol. 4, p. 320–328.
5. **Farahani, N., Braun, A., Jutt, D., Huffman, T., Reder, N., Liu, Z., Yagi, Y., & Pantanowitz, L.** Three-dimensional Imaging and Scanning: Current and Future Applications for Pathology. *Journal of pathology informatics*, 2017, N. 8, vol. 36. p. 1-10.
6. **Saferstein, R., Roy, T.** *Criminalistics: An Introduction to Forensic Science, 13th ed.* Hoboken: Pearson Education, Inc., 2021. p. 558.
7. **Latvijas Nacionālā bibliotēka.** *Kriminālistikas galvenais uzdevums* [tiešsaiste] – [atsauce 19.01.2022.]. Pieejams: <https://enciklopedija.lv/skirklis/2538>
8. **Medicine.lv.** *Tiesu medicīna* [tiešsaiste] – [atsauce 19.01.2022.]. Pieejams https://medicine.lv/raksti/tiesu_medicina_pme
9. **Harris, H.A., Lee, H.C.** *Forensic Science and Criminalistics: An Introduction to Forensic Science, 2nd ed.* Boca Raton: CRC Press, 2019. p. 419.
10. **Malik, M., Mishra, R.K., Kaur, K., Laller, S., Kumar, V.** Virtopsy: Emerging frontier in forensics. *Santosh University Journal of Health Sciences*, 2017, N. 3, vol. 2, p. 54-56.

11. **Sharma, D., Koshy, G., Garg, S., Sharma, B., Grover, S., Singh, M.** Oral Autopsy, Facial Reconstruction and Virtopsy: an Update on Endeavors to Human Identification. *RUHS Journal of Health Science*, 2017, N. 2. p. 199-206.
12. **Shree, B.L., Ram, C.A.** Virtopsy : An Investigation In Forensic Identification-A Review. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 2019, N. 8, vol. 11, p. 3153-3155.
13. **Schweitzer, Wolf; Bartsch, Christine; Ruder, Thomas D.; Thali, Michael J.** Virtopsy approach: Structured reporting versus free reporting for PMCT findings. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 2014, N. 2, vol. 1, p. 28–33.
14. **Thali, M. J., Jackowski, C., Oesterhelweg, L., Ross, S. G., & Dirnhofer, R.** VIRTOPSY - the Swiss virtual autopsy approach. *Legal medicine*, 2007, N. 9, vol. 2, p. 100–104.
15. **Clemente, M. A., La Tegola, L., Mattera, M., & Guglielmi, G.** Forensic Radiology: An Update. *Journal of the Belgian Society of Radiology*, 2017., N. 101, vol. 2, pp. 1-4
16. **Thali, M., Ross, S., Oesterhelweg, L., Grabherr, S. Buck, U., Naether, S., Jackowski, C., Bolliger, S., Vock, P., Christe, A., Dirnhofer, R.** Virtopsy. *Rechtsmedizin*, 2007, N. 17, p. 7-12.
17. **Sathish, S.** Virtopsy: The Digital Era of Autopsy. 2018, *Indian Journal of Forensic Odontology*, N. 2, vol. 11, p. 69-73
18. **Ahmad, M.U., Sharif, K.A., Qayyum, H., Ehsanullah, B., Balyasnikova, S., Wale, A., Shanmuganandan, A., Siddiqui, M. R. S., Athanasiou, T., Kemp, G.J.** Assessing the use of magnetic resonance imaging virtopsy as an alternative to autopsy: a systematic review and meta-analysis. *Postgraduate Medical Journal*, 2017, N. 93 vol. 1105, p. 671 - 678.
19. **Lo Re, G., Vernuccio, F., Galfano, M. C., Picone, D., Milone, L., La Tona, G., Argo, A., Zerbo, S., Salerno, S., Procaccianti, P., Midiri, M., & Lagalla, R.** Role of virtopsy in the post-mortem diagnosis of drowning. *La Radiologia medica*, 2015, N. 120, vol. 3, p. 304–308.
20. **Pomara, C., Fineschi, V., Scalzo, G., & Guglielmi, G. (2009).** Virtopsy versus digital autopsy: virtual autopsy. *La Radiologia medica*, 2009, N. 114, vol. 8, p. 1367–1382.

21. **Kumar, R.** Virtopsy complementing traditional autopsy. *IP International Journal of Forensic Medicine and Toxicological Sciences*. 2020, N. 5., vol. 2, p. 39-42.
22. **Navalkar, A.** Virtopsy—The Scalpel Free Autopsy: A Review of Literature. *Journal of Contemporary Dentistry*, 2015, N. 5, vol. 3, p. 168-172.
23. **Tsui, H.C.L., Kot, B.C.W., Chung, T.Y.T., Chan, D.K.P.** Virtopsy as a Revolutionary Tool for Cetacean Stranding Programs: Implementation and Management. *Frontiers in Marine Science*, 2020, vol. 7, p. 1-8.
24. **Christe, A., Flach, P., Ross, S., Spendlove, D., Bolliger, S., Vock, P., & Thali, M. J.** Clinical radiology and postmortem imaging (Virtopsy) are not the same: Specific and unspecific postmortem signs. *Legal medicine*. 2010, N. 12, vol. 5, p. 215–222.
25. **Bolliger, S. A., Thali, M. J., Ross, S., Buck, U., Naether, S., & Vock, P.** Virtual autopsy using imaging: bridging radiologic and forensic sciences. A review of the Virtopsy and similar projects. *European radiology*, 2008, N. 18, vol. 2, p. 273–282.
26. **Radiologija.lv.** *CT vadlīnijas* [tiešsaiste] – [atsauce 11.02.2022.]. Pieejams http://www.radiologija.lv/userfiles/file/CT_vadlinijas.pdf
27. **Dirnhofer, R., Jackowski, C., Vock, P., Potter, K., & Thali, M. J.** VIRTOPSY: minimally invasive, imaging-guided virtual autopsy. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 2006, N. 26, vol. 5, p.
28. **Zāļu Valsts aģentūra.** 28. *Patoloģijas medicīniskie pakalpojumi*. [tiešsaiste] – [atsauce 30.02.2022.]. Pieejams: <https://dati.zva.gov.lv/mtdb/28-patologijas-mediciniskie-pakalpojumi>
29. **Zāļu Valsts aģentūra.** *Līķa patologanotomiskās izmeklēšanas tehnoloģijas* [tiešsaiste] – [atsauce 19.01.2022.]. Pieejams: <https://dati.zva.gov.lv/mtdb/28-patologijas-mediciniskie-pakalpojumi/lik-patologanotomiskas-izmeklesanas-tehnologijas>
30. **Kružić I., Jerković I., Mihanović F., Marušić A., Anđelinović Šimun, & Bašić Željana.** Virtual autopsy in legal medicine: literature review and example of application on the mummified remains. *Medicine, Law & Society*, 2018, N. 11, vol. 2, p. 67-90. <https://doi.org/10.18690/mls.11.2.67-90.2018>
31. *Tiesu ekspertu likums*. Likums, 15.03.2016, Rīga : Saeima [atsauce 11.04.2022.]. Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/280576-tiesu-ekspertu-likums>

32. *Līķu tiesu medicīniskās ekspertīzes (izmeklēšanas) kārtība*. Instrukcija, 02.07.2002., Rīga : Tieslietu ministrija [atsauce 11.04.2022.]. Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/213496-liku-tiesu-mediciniskas-ekspertizes-izmeklesanas-kartiba>
33. *Grozījumi likumā "Par miruša cilvēka ķermeņa aizsardzību un cilvēka audu un orgānu izmantošanu medicīnā"*. Likums, 01.01.2002., Rīga : Saeima [atsauce 11.04.2022.]. Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/56815-grozijumi-likuma-par-mirusa-cilveka-kermena-aizsardzibu-un-cilveka-audu-un-organu-izmantosanu-medicina>
34. **Valsts tiesu medicīnas ekspertīzes centrs**. *Miruso personu ekspertīze un izpēte* [tiešsaiste] – [atsauce 19.04.2022.]. Pieejams: <https://www.vtmec.gov.lv/lv/miruso-personu-ekspertize-un-izpete>
35. **Valsts tiesu medicīnas ekspertīzes centrs**. *Valsts tiesu medicīnas ekspertīzes centra darbības stratēģija līdz 2021. gadam* [tiešsaiste] – [atsauce 15.04.2022.]. Pieejams: <https://www.vtmec.gov.lv/lv/media/40/download>
36. **Kučerová, S., Safr, M., Ublová, M., Urbanová, P., & Hejna, P.** Využití RTG vyšetření v soudním lékařství [The application of X-ray imaging in forensic medicine]. *Soudni lekarstvi*, 2014, Vol. 59, No. 3, p. 34–38.
37. **Cartocci, G., Santurro, A., Frati, P., Guglielmi, G., La Russa, R., Finschi, V.** Imaging Techniques for Postmortem Forensic Radiology. In Lo Re, G., Argo, A., Midiri, M., and Cattaneo, C. (eds). *Radiology in Forensic Medicine*. Cham: Springer, 2020
38. **D'Errico, S., Bonuccelli, D., Martelloni, M., Guglielmi, G.** Conventional Radiology for Postmortem Imaging. In Lo Re, G., Argo, A., Midiri, M., and Cattaneo, C. (eds). *Radiology in Forensic Medicine*. Cham: Springer, 2020
39. **Grabherr, S., Baumann, P., Minoiu, C., Fahrni, S., Mangin, P.** Post-mortem imaging in forensic investigations: current utility, limitations, and ongoing developments. *Research and Reports in Forensic Medical Science*, 2016, Nr. 6, p. 25-37.
40. **Leth P. M.** Computed tomography in forensic medicine. *Danish medical journal*, 2015, Vol. 62, No. 6, p. 1-26. . In Lo Re, G., Argo, A., Midiri, M., and Cattaneo, C. (eds). *Radiology in Forensic Medicine*. Cham: Springer, 2020

41. **Swift, B., Rutty, G.** Recent Advances in Postmortem Forensic Radiology. In Tsokos, M. (Ed.). [Forensic Pathology Reviews] *Forensic Pathology Reviews*, 2006. Volume 4, p. 355–404.
42. **Hamid, S.A., Noor, M.h.m., Zainun, K.A.** A Deadly Hole: Postmortem Multislice Computed Tomography of Gunshot Injury, *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 2019, Vol. 15. N. 3, p. 167-169
43. **Aquila, I., Sicilia, F., Ricci, P., Antonio Sacco, M., Manno, M., & Gratteri, S.** Role of post-mortem multi-slice computed tomography in the evaluation of single gunshot injuries. *The Medico-legal journal*, 2019, Vol 87, N. 4, p. 204–210.
44. **van Kan, R., Haest, I., Lobbes, M., Kroll, J., Ernst, S. R., Kubat, B., & Hofman, P.** Post-mortem computed tomography in forensic investigations of lethal gunshot incidents: is there an added value?. *International journal of legal medicine*, 20109, Vol. 133, N. 6, p. 1889–1894.
45. **Moskala, A., Woźniak, K., Kluza, P., Romaszko, K., & Lopatin, O.** The importance of post-mortem computed tomography (PMCT) in confrontation with conventional forensic autopsy of victims of motorcycle accidents. *Legal medicine (Tokyo, Japan)*, 2016, Vol. 18, p. 25–30.
46. **Santos, A.D.C.; Dutra, L.M.; Menezes, L.R.A.; Santos, M.F.C.; Barison, A.** Forensic NMR spectroscopy: just a beginning of a promising partnership, *Trends in Analytical Chemistry*, 2018, Vol. 29, p. 1-43
47. **Ranacher, R.P.** *Forensic Issues in the Structural or Functional Neuroimaging of Traumatic Brain Injury*. In Fountas, K. N. , (Ed.). *Novel Frontiers of Advanced Neuroimaging*. Thessaly: IntechOpen, 2013., p. 199-222
48. **Kobayashi, T., Isobe, T., Shiotani, S., Saito, H., Saotome, K., Kaga, K., Miyamoto, K., Kikuchi, K., Hayakawa, H., Akutsu, H., & Homma, K.** Postmortem magnetic resonance imaging dealing with low temperature objects. *Magnetic resonance in medical sciences : MRMS : an official journal of Japan Society of Magnetic Resonance in Medicine*, 2010, Vol. 9, No. 3, p. 101–108.
49. **Rīgas Stradiņa universitāte.** *Pamatotā teorija* [tiešsaiste] – [atsauce 18.04.2022.]. Pieejams: <https://www.rsu.lv/petniecibas-terminu-vardnica/pamatota-teorija>
50. **Mārtinsons, K., Pipere, A., Kamērāde, D. (red).** *Pētniecība: teorija un prakse*. Rīga: RaKa, 2016.

51. **Yen, K., Lövblad, K.O., Scheurer, E., Ozdoba, C., Thali, M.J., Aghayev, E., Jackowski, C., Anon, J., Frickey, N., Zwygart, K., Weis, J., Dirnhofer, R.** Post-mortem forensic neuroimaging: Correlation of MSCT and MRI findings with autopsy results. *Forensic Science International*, 2007, Vol. 173, No. 1, p. 21–35.
52. **Flach, P., Gascho, D., Ruder, T., Franckenberg, S., Ross, S., Ebner, L., Thali, M., Ampanozi, G.** *Postmortem and Forensic Magnetic Resonance Imaging, in: Imaging of the Pelvis, Musculoskeletal System, and Special Applications to CAD.* In Saba, L. (Ed.) *Imaging of the Pelvis, Musculoskeletal System, and Special Applications to CAD.* Boca Raton: CRC Press. (pp.455-482)
53. **Fountain, A. J., Corey, A., Malko, J. A., Strozier, D., & Allen, J. W.** Imaging Appearance of Ballistic Wounds Predicts Bullet Composition: Implications for MRI Safety. *AJR. American journal of roentgenology*, 2021., Vol. 216, No. 2, p. 542–551.
54. **Ruder, T. D., Thali, M. J., & Hatch, G. M.** Essentials of forensic post-mortem MR imaging in adults. *The British journal of radiology*, 2014, Vol 87, No. 1036, p.1-13.
55. **Valsts tiesu medicīnas ekspertīzes centrs.** 2020. gada publiskais pārskats [tiešsaiste] – [atsauce 18.04.2022.]. Pieejams: <https://www.vtmec.gov.lv/lv/media/200/download>
56. **Valsts policija.** *Valsts policijas 2019. gada pārskats* [tiešsaiste] – [atsauce 18.04.2022.]. Pieejams: <https://www.vp.gov.lv/lv/media/895/download>
57. **Spundiņa, L.** *Policija: Noziedzības līmenis pērn samazinājās, taču smago noziegumu skaits pieauga* [tiešsaiste] – [atsauce 18.04.2022.]. Pieejams: <https://www.lsm.lv/raksts/zinas/latvija/policija-noziedzibas-limenis-pern-samazinajas-tacu-smago-noziegumu-skaits-pieauga.a392936/>
58. **Drēziņš, A.** *Latvija – Eiropas “slepkavnieciskākā valsts”?* [tiešsaiste] – [atsauce 18.04.2022.]. Pieejams: <https://www.la.lv/latvija-eiropas-slepkavnieciskaka-valsts>
59. **LR Iekšlietu ministrija.** *Statistika* [tiešsaiste] – [atsauce 18.04.2022.]. Pieejams: https://www.iem.gov.lv/lv/statistika-1?utm_source=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F
60. **LETA** *Baisa statistika: Latvijā ir augstākais vardarbības nāves gadījumu skaits ES* [tiešsaiste] – [atsauce 18.04.2022.]. Pieejams: <https://nra.lv/latvija/289134-baisa-statistika-latvija-ir-augstakais-vardarbibas-naves-gadijumu-skaits-es.htm>

61. **LETA nodarījumiem par slepkavībām** [tiešsaiste] – [atsauce 18.04.2022.]. Pieejams: <http://www.aprinkis.lv/index.php/sabiedriba/kriminala-informacija/23991-valsts-policija-2020-gada-latvija-no-78-noziedzīgiem-nodarījumiem-par-slepkavībām-atklāti-85>
62. **Simon, L.V., Lopez, R.A., King, K.C.** Blunt Force Trauma StatPearls Publishing, 2022 [tiešsaiste] – [atsauce 18.04.2022.]. Pieejams <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470338/>
63. **Lathrop, S.L., Nolte, K.B.** Utility of Postmortem X-ray Computed Tomography (CT) in Supplanting or Supplementing Medicolegal Autopsies. U.S. Department of Justice, 2010, [tiešsaiste] – [atsauce 18.04.2022.]. Pieejams <https://www.ojp.gov/pdffiles1/nij/grants/249949.pdf>
64. **Flach, P. M., Gascho, D., Schweitzer, W., Ruder, T. D., Berger, N., Ross, S. G., Thali, M. J., & Ampanozi, G.** Imaging in forensic radiology: an illustrated guide for postmortem computed tomography technique and protocols. *Forensic science, medicine, and pathology*, 2014, Volume 10, No. 4, p. 583–606
65. **Elifritz, J.M. (2014).** *Forensic Radiology*. 2014, p. 3448–3458. In McManus, L.M., Mitchell, M. (eds). 2014. Pathobiology of Human Disease: A Dynamic Encyclopedia of Disease Mechanisms. Academic Press.
66. **Thali, M.J., Dirnhofer, R., Vock, P. (eds).** *The Virtopsy Approach: 3D Optical and Radiological Scanning and Reconstruction in Forensic Medicine*. Boca Raton: CRC Press, 2009.
67. **Zerbo, S., Di Piazza, A., Procaccianti, S., Ventura Spagnolo, E., Lo Re, G.** *Lethal Traumatic Injuries due to Traffic Accidents*. In Lo Re, G., Argo, A., Midiri, M., and Cattaneo, C. (eds). *Radiology in Forensic Medicine*. Cham: Springer, 2020
68. **Flach, P. M., Thali, M. J., & Germerott, T.** Times have changed! Forensic radiology--a new challenge for radiology and forensic pathology. *AJR. American journal of roentgenology*, 2014, Volume 202, No. 4, p. W325–W334.
69. **Katada, K.** Characteristics of Multislice CT. *Journal of the Japan Medical Association*, 2001, Vol. 125, No. 11, p. 1772–1775
70. **Yen, K., Thali, M. J., Aghayev, E., Jackowski, C., Schweitzer, W., Boesch, C., Vock, P., Dirnhofer, R., & Sonnenschein, M.** Strangulation signs: initial correlation

of MRI, MSCT, and forensic neck findings. *Journal of magnetic resonance imaging : JMRI*, 2005, Vol. 22, No. 4, p. 501–510.

71. **Garetier, M., Deloire, L., Dédouit, F., Dumousset, E., Saccardy, C., & Ben Salem, D.** Postmortem computed tomography findings in suicide victims. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 2017, Vol. 98, No. 2, p. 101–112.
72. **Elifritz, J., Hatch, G. M., Kastenbaum, H., Gerrard, C., Lathrop, S. L., & Nolte, K. B.** 1.8. PMCT findings in hanging. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 2014, Vol. 2, No. 2, p. 97.
73. **Yen, K., Vock, P., Christe, A., Scheurer, E., Plattner, T., Schön, C., Aghayev, E., Jackowski, C., Beutler, V., Thali, M. J., & Dirnhofer, R.** Clinical forensic radiology in strangulation victims: forensic expertise based on magnetic resonance imaging (MRI) findings. *International journal of legal medicine*, 2007, Vol. 121, No. 2, p. 115–123.
74. **Mishima, S., Suzuki, H., Fukunaga, T., & Nishitani, Y.** Postmortem computed tomography findings in cases of bath-related death: Applicability and limitation in forensic practice. *Forensic science international*, 2018, Vol. 282, p. 195–203.
75. **Baumeister, R., Mauf, S., Laberke, P., Krupp, A., Thali, M. J., & Flach, P. M.** A fatal case of electrocution with unique forensic radiological postmortem findings. *Forensic science, medicine, and pathology*, 2015, Volume 11, No. 4, p. 589–595.

Pielikumi

1. pielikums

1. pielikums. Dažādu nāves cēloņu un to ietvaros pielietoto virtopsijas metožu salīdzinājums

**Atsauce: autores veidota.*

| Nāves cēloņu grupa | Cēloņa specifiskās iezīmes | Ieteiktās virtopsijas tehnikas | Kādi dati iegūstami | Kādi ir izmeklējuma protokoli | Vai pielieto kādus palīglīdzekļus | Specifiskās iezīmes | Pētījumos norādītās efektivitātes novērtējums konkrētajai nāves cēloņu grupai (0 - ļoti neefektīvs, 3 – ļoti efektīvs) |
|----------------------------|----------------------------|--|---|--|--|---|--|
| Trula spēka traumas | Izraisa truls spēks | * rentgenogrammas; * CT; * MSCT; * MRI; * (PCTA) | *kaulu lūzumi; * mīksto audu bojājumi | Vispirms CT bāzes skenēšana, pēc tam repozicionēšana. MRI nespecifiski; angiogrāfijai pārsvarā vispirms arteriālā, pēc tam venozā PCTA | Tikai angiogrāfijai ievada kontrastvielu | Tipiskas politraumas | * rentgenogrammas - 1; * CT - 2-3; * MSCT - 2-3; * MRI 2-3; * (PCTA) - 0-1 |
| Asu spēku traumas | Izraisa ass spēks | * rentgenogrammas; * CT; * MSCT; * MRI; * PCTA | * brūču veidi; * mīksto audu bojājumi; * kaulu bojājumi | Vispirms CT bāzes skenēšana, pēc tam repozicionēšana. MRI nespecifiski. Rekomendē sākt ar PCTA pēc bāzes skenēšanas | | Bieži izraisa iekšēju asiņošanu, tāpēc ieteicama PCTA | * rentgenogrammas - 0-1; * CT - 2-3; * MSCT - 2-3; * MRI 2-3; * PCTA - 3 |

| | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|--|---|---|--|--|
| Asfiksija | Izraisa skābekļa piegādes traucējumi | * rentgenogrammas; * CT; * MSCT; * MRI; * PCTA | *zemādas gāzu sakopojumi galvā un kaklā; * mēles kaula lūzumi; * lūzumi | Laringeālajai CT skenēšanai tiek rekomendēta VRT (3-dimensional volume rendering technique) tehnika. MRI ir efektīva zemādas asiņošanas noteikšanai | Pirms MSCT tiek rekomendēts veikt MRI, lai noteiktu, vai asfiksijas svešķermenis ir klātesošs ķermenī | * rentgenogrammas - 0-1; * CT - 2; * MSCT - 3; * MRI 1-2; * PCTA - 1-2 |
| Šaujamo ču brūces | Izraisa svešķermeņu iekļūšana | * rentgenogrammas; * CT; * MSCT; * MRI; * PCTA | * svešķermeņi; * to trajektorijas; * to bojājumi | Vispirms CT bāzes skenēšana, pēc tam repozicionēšana. MRI nespecifiski; angiogrāfijai pārsvarā vispirms arteriālā, pēc tam venozā PCTA | Pirms MRI obligāta rentgenogramma vai CT, lai izslēgtu MRI ietekmes uz svešķermeņa tālākus bojājumus liķim | * rentgenogrammas - 1-2; * CT - 2; * MSCT - 2; * MRI 2; * PCTA - 1-2 |

| | | | | | | |
|-------------------------------|---|--|--|---|---|--|
| Vielu lietošanas sekas | Izraisa daažādas substances | * CT; * MRI; * MRS | * vielu saturošo objektu klātbūtne; * šo vielu ietekmes sekas; * vielu klātbūtnes noteikšana | Vispirms CT bāzes skenēšana, pēc tam repozicionēšana. MRI nespecifiski; angiogrāfijai pārsvarā vispirms arteriālā, pēc tam venozā PCTA | Grūti diferencējamās sākotnēji | * CT - 1-2; * MRI - 1-2; * MRS - 3 |
| Satiksmes negadījumi | Izraisa primāri truls spēks, ir arī asa spēka iedarbība. Papildus - raksturīgas politraumas | * rentgenogrammas; * CT; * MSCT; * MRI; * PCTA | *kaulu lūzumi; * mīksto audu bojājumi | Vispirms CT bāzes skenēšana, pēc tam repozicionēšana. MRI nespecifiski; angiogrāfijai pārsvarā vispirms arteriālā, pēc tam venozā PCTA | Līdzīgas iezīmes kā trula spēka iedarbībai | * rentgenogrammas - 1-2; * CT - 2-3; * MSCT - 2-3; * MRI 2-3; * (PCTA) - 0-1 |
| Noslīkšana | Izraisa sābekļa piegādes traucējums šķidrums ietekmē | * rentgenogrammas; * CT; * MSCT; * MRI; * PCTA | *specifiskas noslīkšanas pazīmes, piemēram, šķidrums deguna blakusdobumos, bronhos u.tml. | Vispirms CT bāzes skenēšana, pēc tam repozicionēšana. MRI nespecifiski; angiogrāfijai pārsvarā vispirms arteriālā, pēc tam venozā PCTA | Līdzīgas iezīmes kā asfiksijai | * rentgenogrammas - 1; * CT - 1-2; * MSCT - 2-3; * MRI 2-3; * PCTA - 2 |
| Elektrotraumas | Difūzi bojājumi, kas izpaužas kā apdegumi, muskuļu bojājumi, asfiksija, kardiosistēmas bojājumi | * CT; * MRI; * PCTA | * muskuļu traumas; * mīksto audu bojājumi; * kaulu bojājumi; * nervu bojājumi | Vispirms CT bāzes skenēšana, pēc tam repozicionēšana. MRI nespecifiski; angiogrāfijai pārsvarā vispirms arteriālā, pēc tam venozā PCTA | Grūti diferencējamās dabiskiem nāves cēloņiem | * CT - 1-2; * MRI 1-2; * PCTA 1-2 |

DOKUMENTĀRĀ LAPA

Bakalaura darbs

“Radioloģijas metožu pielietojums kriminalistikā”

izstrādāts LU Medicīnas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Viktorija Stepanova _____
(paraksts) (datums)

Rekomendēju/ nerekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: Mag. med. LU MF lektore Māra Epermane _____
(paraksts) (datums)

Recenzents: _____
(amats, grāds) (vārds, uzvārds, paraksts) (datums)

Darbs iesniegts LU Medicīnas fakultātē _____
(datums)

Dekāna pilnvarotā persona: lietvede Mārīte Veldre _____
(paraksts)

Darbs aizstāvēts bakalaura gala pārbaudījuma komisijas sēdē

01.06.2022. protokola Nr. _____, vērtējums _____

Komisijas sekretāre: : _____
(amats, grāds) (vārds, uzvārds, paraksts) (datums)