

# CT cijelog tijela u politraumatiziranih pacijenta

---

Škoda, Rebeka

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:176:925985>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-31**



Sveučilišni odjel zdravstvenih studija  
SVEUČILIŠTE U SPLITU

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University Department for Health Studies, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU  
Podružnica  
SVEUČILIŠNI ODJEL ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
SVEUČILIŠNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ  
RADIOLOŠKA TEHNOLOGIJA

**Rebeka Škoda**

**CT CIJELOG TIJELA U POLITRAUMATIZIRANIH  
PACIJENATA**

**Završni rad**

Split, 2024.

SVEUČILIŠTE U SPLITU  
Podružnica  
SVEUČILIŠNI ODJEL ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
SVEUČILIŠNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ  
RADIOLOŠKA TEHNOLOGIJA

**Rebeka Škoda**

**CT CIJELOG TIJELA U POLITRAUMATIZIRANIH  
PACIJENATA**

**THE WHOLE-BODY CT IN POLYTRAUMA PATIENTS**

**Završni rad / Bachelor's Thesis**

Mentor:

**dr. sc. Danijela Budimir Mršić, dr. med.**

Split, 2024.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

ZAVRŠNI RAD

Sveučilište u Splitu  
Sveučilišni odjel zdravstvenih studija  
Sveučilišni prijediplomski studij radiološka tehnologija

**Znanstveno područje:** biomedicina i zdravstvo  
**Znanstveno polje:** kliničke medicinske znanosti

**Mentor:** dr. sc. Danijela Budimir Mršić, dr. med.

### CT CIJELOG TIJELA U POLITRAUMATIZIRANIH PACIJENATA Rebeka Škoda, 0346011464

**SAŽETAK:** Politrauma je stanje u kojem su ozlijeđena najmanje dva organa ili anatomske regije pri kojem barem jedna od ozljeda predstavlja životnu opasnost za ozlijeđenog. U današnje doba prometne nesreće najčešći su uzrok politraume. Kod zbrinjavanja politraumatiziranih pacijenata jednu od ključnih uloga ima brza i točna dijagnostika. U dijagnostičku obradu, između ostalog, ubrajaju se radiološki postupci, a najčešće se koristi snimanje CT-om jer on u kratkom razdoblju daje važne dijagnostičke informacije koje pomažu u planiranju daljnjeg liječenja i terapije. CT cijelog tijela najčešće se provodi nakon primarnog pregleda i kad je pacijent u stabilnom stanju, a neka su istraživanja pokazala kako pacijenti snimani po tom protokolu imaju višu stopu preživljavanja. Indikacije za CT snimanje cijelog tijela jesu: sudar motornih vozila pri velikim brzinama, sudar motocikala, pad s visine više od 2 metra, abnormalna fokusirana sonografija ili rendgenski snimak toraksa ili zdjelice kod traume te poremećeni vitalni znakovi. Indikacije za CT cijelog tijela mogu se razlikovati od ustanove do ustanove. Tipičan CT protokol cijelog tijela sastoji se od sljedećih faza: nativni CT glave, nativni CT vratne kralježnice, CT toraksa s kontrastom (arterijska faza) i CT abdomena s kontrastom (portalna venska faza). Unatoč nedostacima, kao što su visoka doza zračenja, CT ostaje i dalje nezamjenjiva dijagnostička metoda za otkrivanje ozljeda prilikom zbrinjavanja pacijenata s politraumom.

**Ključne riječi:** politrauma; ocjenске ljestvice politraume; CT cijelog tijela; izloženost ionizirajućem zračenju

**Rad sadrži:** 37 stranica; 5 slika; 3 tablice

**Jezik izvornika:** hrvatski

## BASIC DOCUMENTATION CARD

BACHELOR THESIS

University of Split  
University Department for Health Studies  
University undergraduate study of radiological technology

**Scientific area:** biomedicine and health care  
**Scientific field:** clinical medical sciences

**Supervisor:** dr. sc. Danijela Budimir Mršić, dr. med.

### THE WHOLE-BODY CT IN POLYTRAUMA PATIENTS

Rebeka Škoda, 0346011464

**SUMMARY:** Polytrauma is a condition in which at least two organs or anatomical regions are injured and in which at least one of the injuries is life-threatening for the injured person. Nowadays, traffic accidents are the most common cause of polytrauma. Quick and accurate diagnosis plays a key role in treating polytraumatized patients. Among other things, diagnostic treatment includes radiological procedures, and CT imaging is most often used because it provides important diagnostic information in a short period of time that helps in planning further treatment and therapy. Full-body CT is most often performed after the primary examination and when the patient is in a stable condition. Some studies have shown that patients scanned according to this protocol have a higher survival rate. Indications for a full-body CT scan include a high speed motor vehicle collision, a motorcycle crash, a fall from height more than 2 meters, an abnormal FAST (Focused Assessment With Sonography In Trauma), or trauma chest or pelvis x-ray and abnormal vital signs, but can also vary from hospital to hospital. A typical whole-body CT protocol consists of the following phases: head without contrast, cervical spine without contrast, contrast enhanced chest (arterial phase) and contrast enhanced abdomen (portal venous phase). Despite its disadvantages, such as the high dose of radiation, CT remains an indispensable diagnostic method for detecting injuries when treating patients with polytrauma.

**Keywords:** exposure to ionizing radiation; polytrauma, polytrauma scoring system; whole-body CT

**Thesis contains:** 37 pages; 5 figures; 3 tables

**Original in:** Croatian

# SADRŽAJ

SAŽETAK .....	I
SUMMARY .....	II
SADRŽAJ.....	III
1. UVOD.....	1
1.1. Definicija politraume .....	1
1.2. Epidemiologija politraume .....	1
1.3. Ocjenske ljestvice za procjenu politraume .....	2
1.3.1. <i>Abbreviated Injury Score (AIS)</i> i <i>Injury Severity Score (ISS)</i> .....	3
1.3.2. <i>Glasgow Coma Scale (GCS)</i> .....	5
1.3.3. <i>Trauma Score (TS)</i> i <i>Revised Trauma Score (RTS)</i> .....	7
1.3.4. <i>Trauma Injury Severity Score (TRISS)</i> .....	7
1.3.5. Pedijatrijske ocjenske ljestvice politraume .....	7
2. CILJ RADA .....	8
3. RASPRAVA.....	9
3.1. Zbrinjavanje politraumatiziranih pacijenata .....	9
3.2. Radiološka obrada politraumatiziranih pacijenata .....	9
3.2.1. Uloga radiološkog tehnologa u radiološkoj obradi politraumatiziranih pacijenata .....	10
3.3. Računalna tomografija (CT).....	12
3.4. Utjecaj lokacije CT uređaja u dijagnostici i zbrinjavanju politraumatiziranih pacijenata .....	12
3.5. CT cijelog tijela .....	13
3.6. Indikacije za CT cijelog tijela.....	15
3.7. Protokoli snimanja za CT cijelog tijela .....	17

3.7.1. Položaj ruku.....	20
3.7.2. Pojačanje kontrasta tehnikom <i>split bolus</i> .....	21
3.8. Dijagnostička točnost CT-a cijelog tijela .....	22
3.9. Doza zračenja kod CT-a cijelog tijela .....	22
3.9.1. Smanjenje doze zračenja kod CT-a cijelog tijela .....	23
3.10. CT cijelog tijela i stopa smrtnosti politraumatiziranih .....	24
3.11. Ekonomičnost pretrage CT-a cijelog tijela.....	25
3.12. Prednosti i nedostaci CT-a cijelog tijela kod politraume .....	26
3.13. <i>Post mortem</i> CT cijelog tijela.....	26
4. ZAKLJUČAK.....	28
5. LITERATURA .....	29
6. ŽIVOTOPIS .....	37

# 1. UVOD

## 1.1. Definicija politraume

Politraumu je teško precizno definirati. Najčešće korištena definicija politraumu opisuje kao stanje pri kojem su istovremeno ozlijeđena najmanje dva organska sustava ili organa pri čemu barem jedna ozljeda predstavlja životnu opasnost za pacijenta [1, 2]. Politrauma mora se razlikovati od multiple traume koja označava ozljedu istog organa ili organskog sustava na nekoliko mjesta. U današnje doba promet je najčešći uzrok politraume, a ona je u većini razvijenih zemalja glavni uzrok smrtnog ishoda u dobnoj skupni od 1 do 45 godina [1]. Ljudski organizam na traumu reagira trenutačno, a ključni je trenutak poremećaj homeostaze koji je posljedica gubitka volumena cirkulirajuće krvi te su redovito izraženi simptomi šoka [2]. Ozlijeđena osoba na mjestu nesreće ne mora na prvi pogled izgledati ozlijeđeno, pogotovo kad nema vanjskih ozljeda ili su one minimalne. Međutim, svi trebaju biti svjesni mogućih teških ozljeda unutarnjih organa. Kod procjene stanja politraumatiziranog pacijenta u obzir treba uzeti nekoliko pokazatelja težine ukupne ozljede: stanje svijesti, disanje, cirkulaciju i težinu pojedine ozljede [1]. Na temelju tih pokazatelja liječnici procjenjuju kliničko stanje ozlijeđenog te određuju dijagnostičke postupke. Težina stanja politraume može se svrstati u četiri skupine: stabilno, granično, nestabilno i *in extremis*, a ozljede koje izravno mogu ugroziti život svrstavaju se prema regijama: glava, prsni koš, abdomen i udovi.

## 1.2. Epidemiologija politraume

Politrauma predstavlja značajan izazov za zdravstveni sustav ne samo u Republici Hrvatskoj nego i u cijelom svijetu jer je jedan od vodećih uzroka morbiditeta i invalidnosti kod preživjelih, a troškovi za liječenje i rehabilitaciju rastu do neslućenih razina [3]. Procjenjuje se da u Sjedinjenim Američkim Državama troškovi liječenja politraume premašuju 500 000 dolara po pacijentu i 514 milijardi dolara ukupno [4]. Sveukupno, traumatske ozljede treći su vodeći uzrok smrti u svijetu, a vodeći uzrok mortaliteta,



morbiditeta i trajnog invaliditeta kod pacijenata mlađih od 46 godina [5]. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije svake godine u svijetu zbog ozljeda (namjernih i nenamjernih) smrtno strada 8 % ljudi od čega su 2/3 osobe muškog, a 1/3 osobe ženskog spola te su vodeći uzrok smrti kod djece i mladih u rasponu od 5 do 29 godina. Tri glavna uzroka mortaliteta zbog ozljeda jesu:

- prometne nesreće (30 %)
- samoubojstva (18 %)
- padovi (18 %) [6].

Provođenjem preventivnih programa, skraćivanjem trajanja dijagnostičkih postupaka i poboljšanjem kvalitete liječenja u mnogim razvijenim državama u posljednjih nekoliko godina bilježi se pad smrtnosti od ozljeda s 40 % na 20 %, no one još uvijek predstavljaju ozbiljan javnozdravstveni problem u srednje i slabo razvijenim državama svijeta [6, 7]. Na ljestvici smrtnosti ozljede se u Hrvatskoj nalaze na četvrtom mjestu iza bolesti srca i krvnih žila, novotvorina i endokrinih bolesti te bolesti prehrane i metabolizma s udjelom od 5,4 %. Najčešći su uzroci smrti od ozljeda padovi (45 %), samoubojstva (21 %) i prometne nesreće (13 %). Od ozljeda umire više muških osoba, no uočava se pad stope smrtnosti kod osoba muškog spola, dok se kod osoba ženskog spola primjećuje blagi porast. Analizira li se smrtnost od ozljeda prema dobnim skupinama, one su vodeći uzrok smrti kod djece i mladih osoba [6].

### **1.3. Ocjenske ljestvice za procjenu politraume**

Osoblju koje zbrinjava politraumatizirane pacijente oduvijek je bila važna objektivna procjena nastalih ozljeda, tj. njihova klasifikacija, standardizacija trijaže i predviđanje stope preživljavanja. Tijekom povijesti bilo je mnogo pokušaja razvoja i primjene numeričkih ljestvica za opis težine ozljeda, a potreba za brojevnim izražavanjem sveukupne težine ozljeda dovela je do formiranja ocjenskih ljestvica. Njihova uporaba i neprekidan razvoj temelj su za unapređenje i usavršavanje metoda važnih u liječenju i traumatološkoj skrbi

[1]. Danas se koriste tri osnovne skupine ocjenskih ljestvica koje se prema kliničkim parametrima dijele u:

- anatomske ljestvice – prikazuju stupanj ozljede prema anatomskim regijama, a najčešće su: *Abbreviated Injury Score (AIS)*, *Injury Severity Score (ISS)*, *New Injury Severity Score (NISS)*, *Hannover Polytrauma Schlüssel* i *Anatomic Index*
- fiziološke ljestvice – prikazuju stupanj ozljede prema fiziološkim parametrima: *Glasgow Coma Score (GCS)*, *Trauma Score (TS)*, *Revised Trauma Score (RTS)*, *Trauma Index*, *Hospital Trauma Index*
- kombinirane ljestvice – udružuju podatke ozljeda anatomskih regija s fiziološkim parametrima: *Trauma and Injury Severity Score (TRISS)*, *A Severity Characterisation of Trauma (ASCOT)* [1].

### **1.3.1. *Abbreviated Injury Score (AIS)* i *Injury Severity Score (ISS)***

Jedna od najčešće korištenih ljestvica u praksi jest *Injury Severity Score* koja se temelji na ljestvici *Abbreviated Injury Score*. Tablica 1 prikazuje kako AIS rangira težinu ozljede pojedine anatomske regije vrijednostima od 1 (manja ozljeda) do 6 (smrtonosna ozljeda), gdje vrijednost veća od 2 predstavlja ozbiljnu ozljedu. Anatomske regije prema kojima se određuju AIS bodovi jesu:

- 1) glava, vrat i vratna kralježnica
- 2) lice
- 3) toraks i torakalna kralježnica
- 4) abdomen i lumbalna kralježnica
- 5) udovi i zdjelica
- 6) koža [1].

Tablica 1. AIS bodovna ljestvica

Izvor:

<https://www.researchgate.net/publication/334438807/figure/tbl2/AS:780021258022914@1562982968708/Abreviated-injury-score-AIS-1.png>

<b>AIS BODOVI</b>	<b>OZLJEDA</b>
1	manja
2	umjerena
3	ozbiljna
4	teška
5	kritična
6	smrtonosna

ISS vrijednost dobije se zbrajanjem kvadrata AIS vrijednosti triju najteže ozlijeđene ozlijeđenih anatomskih regija te se na taj način mogu dobiti vrijednosti u rasponu od 1 do 75, primjer AIS bodovanja i ISS vrijednost može se vidjeti u tablici 2. Politraumom se smatra teška istovremena ozljeda najmanje dviju anatomskih regija s AIS vrijednosti većom ili jednakoj 3 te ISS vrijednošću većom od 15 [3, 8, 9]. Boduje li se bilo koja ozljeda s AIS 6, vrijednost ISS jest 75 što je maksimalna vrijednost i tada je pojedinačna ozljeda smrtonosna [10]. Neki od nedostataka ISS ljestvice jesu što ne uzima u obzir vrijednosti fizioloških parametara, zbrajanje vrijednosti ozljeda samo unutar triju najteže ozlijeđenih anatomskih regija, uzimanje u obzir samo najteže ozljede unutar pojedine regije, pridavanje jednake važnosti ozljedama neovisno u kojoj se anatomskoj regiji nalaze [3, 8, 9].

Tablica 2. Primjer izračuna po ISS tablici

Izvor: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6423931/table/T2/?report=objectonly>

<b>anatomska regija</b>	<b>opis ozljede</b>	<b>AIS</b>	<b>kvadrat vrijednosti tri najteže ozljede</b>
glava, vrat i vratna kralježnica	nagnječenje mozga	3	9
lice	bez ozljede	0	
toraks i torakalna kralježnica	nestabilan prsni koš	4	16
abdomen i lumbalna kralježnica	manja kontuzija jetre,	2	25
	složena ruptura slezene	5	
udovi i zdjelica	prijelom femura	3	
koža	bez ozljede	0	
<b>ISS</b>			<b>50</b>

### 1.3.2. *Glasgow Coma Scale (GCS)*

Ljestvica *Glasgow Coma Scale*, prikazana u tablici 3, bodovni je sustav za brojčano vrednovanje razine svijesti osobe nakon ozljede središnjega živčanog sustava. Bodovi se dobivaju zbrajanjem najboljega motoričkog odgovora, najboljeg odgovora otvaranja očiju i najboljega govornog odgovora. Zbroj bodova može biti 3 – 15, gdje 3 predstavlja najgori odgovor (duboka koma ili smrt), a 15 najbolji (pri punoj svijesti). Prednosti ove ljestvice jesu što je jednostavna i što prilično pouzdano predviđa ishod cerebralne ozljede. Jedan od nedostataka jest što pacijenti koji osim traume središnjega živčanog sustava imaju neke

druge poremećaje (npr. metabolički poremećaji, stanje šoka, utjecaj droga ili alkohola) mogu imati bodovno nisku vrijednost zbog posljedica navedenih poremećaja, a ne zbog strukturnih i posljedično funkcijskih oštećenja mozga [8, 9].

Tablica 3. *Glasgow Coma Scale*

Izvor: <https://images.squarespace-cdn.com/content/v1/5908027c20099e374ad3d70e/1522678826872-TUZPWZ8KJJTGM5WQ2QGI/ameerblog1.png>

<b>parametar</b>	<b>reakcija</b>	<b>bodovi</b>
otvaranje očiju	spontano	4
	na zvučni podražaj	3
	na bolni podražaj	2
	ne otvara oči	1
verbalni odgovor	orijentiran	5
	zbunjen	4
	neodgovarajuće riječi	3
	nerazumljiv govor	2
	nema odgovora	1
motorički odgovor	izvršava zapovijedi	6
	lokalizira bol	5
	fleksija na bolni podražaj	4
	abnormalna fleksija na bol	3
	ekstenzija na bolni podražaj	2
	ne reagira	1
13 – 15 bodova manja ozljeda mozga	9 – 12 bodova umjerena ozljeda mozga	3 – 8 bodova ozbiljna ozljeda mozga

### **1.3.3. Trauma Score (TS) i Revised Trauma Score (RTS)**

Ocjenska ljestvica *Trauma Score* služi za određivanje težine ozljeda na temelju Glasgowske ljestvice kome i promjena fizioloških parametara poput frekvencije srca, sistoličkog krvnog tlaka i kvalitete respiratornih pokreta. *Revised Trauma Score* poboljšana je verzija TS-a gdje se procjena stanja ozlijeđenog temelji na frekvenciji disanja, sistoličkom krvnom tlaku i stanju svijesti. RTS je jedna od najviše korištenih ljestvica u terenskoj trijaži politraumatiziranih [8, 9, 11].

### **1.3.4. Trauma Injury Severity Score (TRISS)**

Ljestvica *Trauma Injury Severity Score* nastala je spajanjem ISS-a i TS-a uz podatak o dobi pacijenta i mehanizmu nastale ozljede. Omogućava procjenu konačnog ishoda politraume, ali i objektivnu usporedbu učinkovitosti rada zdravstvenih ustanova u liječenju politraumatiziranih pacijenta sa sličnim ozljedama unutar određenog perioda [9, 12].

### **1.3.5. Pedijatrijske ocjenske ljestvice politraume**

Zbog specifičnosti fiziologije i patofiziološkog odgovora dječjeg organizma na politraumu, primjena standardnih ocjenskih ljestvica za politraumu nije odgovarajuća u procjeni težine i ishoda politraume u pedijatrijskoj populaciji. Jedna od najčešće upotrebljivanih ljestvica za bodovanje politraume u pedijatriji jest *Pediatric Trauma Score* (PTS). Glavni parametar u procjeni težine ozljeda jest djetetova veličina, odnosno tjelesna težina jer vrlo mala djeca imaju povećan omjer površine tijela u odnosu na volumen i posljedično manju fiziološku rezervu pa je kod njih viši stupanj rizika od smrtnog ishoda nego kod veće djece s istim ozljedama. Ostali parametri koji se boduju jesu: prohodnost dišnog sustava, sistolički krvni tlak, funkcije središnjega živčanog sustava, procjena muskuloskeletih ozljeda i ozljede kože. PTS je zbroj bodova svih navedenih parametara, a njegov iznos može biti u rasponu od -6 do 12. Što je manji ukupni zbroj bodova, to je veći rizik od smrtnosti [13].

## **2. CILJ RADA**

Cilj je ovog rada prikazati CT cijelog tijela kao jednu od dijagnostičkih metoda koja pomaže u što bržem dijagnosticiranju težine ozljeda uz navođenje nedostataka i prednosti CT-a te jasnih smjernica za njegovo provođenje u politraumatiziranih pacijenata.

## **3. RASPRAVA**

### **3.1. Zbrinjavanje politraumatiziranih pacijenata**

Zbrinjavanje politraumatiziranih pacijenata treba započeti odmah na mjestu događaja nesreće, a pri pružanju prve pomoći ne smije se dogoditi da ozlijeđeni od toga ima više štete nego koristi [2]. Važno je naglasiti da je određen postotak smrtnih ishoda kod politraume neizbježan zato što kod određenih stanja nikakvi postupci ni zahvati ne mogu omogućiti preživljavanje. Pri zbrinjavanju ozlijeđenog cilj nije samo spriječiti smrtni ishod nego i nastanak mogućih posljedica koje uvelike utječu na kvalitetu života nakon preživljene politraume [1]. Učinkovitost prehospitalnog zbrinjavanja ovisi o osoblju, opremi, vozilu i sustavima dojavljivanja. Tvrdi se da je preživljavanje politraumatiziranih 85 % ako se oni zbrinu unutar jednog sata od nastanka ozljeda te se to razdoblje naziva zlatni sat. Za učinkovitu obradu politraumatiziranih pacijenata u bolničkim uvjetima važno je postojanje traumatološkog tima te usklađenost različitih timova koji zbrinjavaju politraumatizirane pacijente [1]. U Njemačkoj prosječno vrijeme od prijema u bolnicu do radiološke obrade CT-om cijelog tijela iznosi oko 25 min [14]. Istraživanja su pokazala da se kod hospitalnog zbrinjavanja pacijenata, gdje je u algoritam zbrinjavanja politraume uveden CT cijelog tijela, vrijeme čekanja u prostorijama hitne pomoći do dolaska u operacijsku salu ili jedinice intenzivne njege može smanjiti za oko pola sata u usporedbi s onima kad se ne provodi CT snimanje cijelog tijela [15, 16].

### **3.2. Radiološka obrada politraumatiziranih pacijenata**

Reanimatološki postupci, ako je to potrebno, izvode se neprekidno. Nakon što se obavi klinički pregled pacijenta i djelomično stabilizira njegovo stanje, dijagnostika se nastavlja radiološkom obradom. Iako je radiološka obrada dio dijagnostičke, radiološke pretrage treba prilagoditi u svrhu adekvatnog i pravovremenog zbrinjavanja kako ne bi došlo do kašnjenja u obradi [1]. Također treba voditi računa o svrsi i opravdanosti izvođenja određenih postupaka zbog štetnoga ionizirajućeg zračenja, zatim o intravenskim i



zračnim putevima koji mogu ponekad uzrokovati artefakte i tako smanjiti kvalitetu slike. Isto tako važno je da ni jedan od radioloških postupaka ne ometa reanimatološke postupke. Kod radiološke obrade politraumatiziranih, naročito kad se radi o promjenama stanja svijesti, nužno je napraviti rendgenske snimke glave, vrata, pluća i zdjelice uz ostale potrebne snimke koje se traže prema kliničkoj slici. U današnje doba većina bolnica raspolaže CT uređajima koji omogućavaju brzu obradu pacijenata te je on vrlo važan u dijagnostici kranocerebralnih i spinalnih ozljeda te kod prijeloma zdjelice. Ultrazvučna obrada i magnetska rezonanca nadopunjavaju pregled ako je to potrebno [1]. Rendgenske snimke toraksa i zdjelice, fokusirana procjena sonografijom u traumi, FAST (FAST, engl. *Focused Assessment With Sonography In Trauma*) i CT snimanja specifična organa konvencionalne su metode procjene ozljede u ranoj dijagnostičkoj obradi politraume, a koje preporučuje protokol za napredno održavanje života nakon traume, ATLS (ATLS, engl. *Advanced Trauma Life Support*) [17]. Međutim, taj protokol oduzima puno vremena i često rezultira pogrešnom dijagnozom nekoga solidnog organa što može biti opasno po život [18].

### **3.2.1. Uloga radiološkog tehnologa u radiološkoj obradi politraumatiziranih pacijenata**

Radiološka obrada politraumatiziranih pacijenata rijetko dopušta primjenu standardne obrade pacijenata jer oni zahtijevaju posebnu pažnju i razne prilagodbe tijekom snimanja. Stoga je vrlo važno da radiološki tehnolozi, kao i svi ostali članovi koji sudjeluju u procesu dijagnostičke obrade, budu brzi i izvrsni u svojem poslu, spremni na različite situacije koje zahtijevaju trenutačnu adaptaciju [19, 20]. U nastavku slijede neke smjernice kojima bi se trebalo voditi prilikom snimanja politraumatiziranih:

1. točnost – radiološki tehnolog mora biti dobro usredotočen na provedbu ispravnih protokola snimanja
2. brzina – budući da su politraumatizirani pacijenti vrlo često životno ugroženi, izrazito je važna brza i efikasna izvedba radioloških snimanja uz dobivanje

kvalitetnih snimaka, brzina obavljanja dijagnostičkih postupaka može imati ključnu ulogu u spašavanju života

3. procjena – predviđanje potrebnih dijagnostičkih metoda radiološkog tehnologa čini aktivnim sudionikom tima za traumu, a njegovo razumijevanje složenosti situacije upotpunjava i daje dozu povjerenja traumatološkom timu
4. pridržavanje mjera opreza – osoblje tima za traumu često je izloženo krvi i tjelesnim tekućinama ozlijeđenog, stoga je uvijek potrebno nositi zaštitnu opremu: rukavice, masku i štitnike za oči
5. imobilizacija – radiološki tehnolog nikad ne smije ukloniti imobilizacijska sredstva bez naloga nadležnog liječnika; također, važno je da se tijekom snimanja osigura pravilna imobilizacija kako bi pacijentu bilo udobno koliko god je to moguće i tako se rizik od pomicanja sveo na minimum
6. pozicioniranje – budući da su politraumatizirani pacijenti smanjene pokretljivosti ili nepokretni prilikom pozicioniranja, radiološki tehnolog mora vrlo pažljivo postupati s ozlijeđenom osobom kako ne bi došlo do pogoršanja zadobivenih ozljeda
7. priprema – od velike je važnosti obratiti pozornost na pripremu pacijenta za snimanje; naime, osim imobilizacijskih sredstava, snimanje mogu otežavati i neki drugi čimbenici, kao što su različita pomagala i uređaji koji uzrokuju nastanak artefakata na snimkama i tako im smanjuju dijagnostičku vrijednost te ih je stoga potrebno ukloniti iz polja snimanja ako je to moguće
8. pozornost na detalje – tijekom snimanja pacijent nikad ne smije ostati bez nadzora zato što se stanje vrlo brzo može promijeniti u svakom trenutku. Kad radiološki tehnolog primijeti promjene, obvezan je o tome obavijestiti liječnika
9. dobra komunikacija – radiološki tehnolog mora jasno komunicirati sa svim ostalim članovima tima za traumu kako bi im mogao sugerirati koje je radnje potrebno poduzeti prilikom pripreme pacijenta za snimanje, a kako je i prije navedeno, primijeti li bilo kakve promjene stanja pacijenta, dužan je o tome odmah obavijestiti nadležnog liječnika

10. profesionalnost – svi zdravstveni djelatnici dužni su se pridržavati etičkog kodeksa i pružiti najbolju medicinsku skrb svakom pacijentu bez razlika [19, 20].

### **3.3. Računalna tomografija (CT)**

Računalna tomografija, CT (CT, engl. *Computed Tomography*) dijagnostička je slikovna metoda koja se temelji na principu kruženja rendgenske cijevi i detektora oko tijela pacijenta koje se na stolu CT uređaja kontinuirano linearno pomiče primarnim snopom rendgenskih zraka za vrijeme ekspozicije. Rendgenske zrake pri vrtnji križaju tijelo u jednoj ravnini pod različitim kutovima što rezultira poprečnim (aksijalnim) slikovnim isječkom snimanog dijela tijela. Rendgenske zrake prilikom prolaska kroz snimani dio tijela slabe (atenuiraju) zbog njihove apsorpcije u tkivima i rasapa te padaju na detektore koji ih pretvaraju u električne signale. Složenim matematičkim algoritmima pomoću računala dobiva se slika objekta koja se na ekranu prikazuje u obliku matrice sastavljene od piksela [21]. Prilikom obrade politraumatiziranih pacijenata sve češće se koristi CT snimanje jer se tom pretragom poboljšava mogućnost otkrivanja unutarnjih ozljeda i izvora krvarenja. Napretkom tehnologije omogućena je i naknadna obrada dobivene slike, multiplanarne i 3D rekonstrukcije što može dodatno olakšati postavljanje dijagnoze. Zbrinjavanje ozljeda i terapijski postupci ne smiju se temeljiti samo na radiološkom nalazu, no on daje važne informacije koje olakšavaju daljnju obradu politraumatiziranih pacijenata [21].

### **3.4. Utjecaj lokacije CT uređaja u dijagnostici i zbrinjavanju politraumatiziranih pacijenata**

Budući da je CT snimanje postala standardna dijagnostička metoda u obradi politraume, nametnulo se pitanje na kojem bi mjestu bilo idealno postaviti CT uređaj. Time su se pozabavili Huber-Wagner i suradnici čije se istraživanje temeljilo na analizi 8004 pacijenata iz traumatološkog registra Njemačkog traumatološkog društva. U svojem istraživanju ustanovili su da udaljenost CT uređaja od traumatoloških soba ima utjecaj na preživljavanje politraumatiziranih pacijenata. Što je CT uređaj bliži traumatološkoj sobi,

veći je postotak preživljavanja. Udaljenost veća od 50 metara ima značajan negativan učinak na ishod preživljavanja te je važno da se prilikom planiranja gradnje ili rekonstrukcije odjela hitne pomoći CT uređaji postave u krugu od 50 metara od traumatoloških soba ili po mogućnosti unutar samih soba [22, 23]. Slika 1 prikazuje CT uređaj u sklopu traumatološke sobe.



Slika 1. Traumatološka soba opremljena CT uređajem

Izvor:

<https://www.researchgate.net/publication/362836929/figure/fig1/AS:11431281080106957@1661132897557/Overview-of-the-trauma-suite-The-two-trauma-suites-are-equipped-with-a-dual-room-sliding.jpg>

### 3.5. CT cijelog tijela

CT cijelog tijela, WBCT (WBCT, engl. *Whole Body Computed Tomography*), nazivan još traumatološki CT ili *panscan*, sve češće se koristi pri procjeni ozljeda kod politraumatiziranih pacijenata. Uloga CT-a u zbrinjavanju politraume postala je izrazito

značajna jer omogućuje snimanje cijelog tijela ili odabranih regija s visokom specifičnošću i osjetljivošću te brzo dijagnosticiranje, što je izuzetno važno traumatološkom timu, a isto tako pruža i smjernice za dodatne preglede i zahvate. Neki od najvažnijih parametara prema kojima se odlučuje za CT snimanje jesu: vitalni znakovi, mehanizam traume i klinička sumnja na ozljedu težeg stupnja [24]. Trauma CT obično se provodi nakon primarnog pregleda i u pacijenata koji su u stabilnom stanju [25]. Postoje neki dokazi da je CT cijelog tijela prikladan i u pacijenata koji nisu u stabilnom stanju, no odluka o tome hoće li se snimanje tih pacijenata provoditi ili ne ovisi o stavu pojedine zdravstvene ustanove [21, 22]. „Top to bottom“ protokol je koji se najčešće koristi pri CT snimanju cijelog tijela jer se prvo obično skeniraju mozak i kralježnica bez intravenskoga kontrastnog sredstva. Nakon toga procjenjuju se prsni koš, abdomen i zdjelica s fokusom na otkrivanje stanja s najvećom stopom smrtnosti u traumi: traumatske ozljede mozga, intratorakalno i intraabdominalno krvarenje. Nakon što se isključe ili otkriju ozbiljne ozljede koje zahtijevaju hitnu intervenciju, radiolog provodi detaljniju analizu i procjenu traumatološkog CT-a [26]. Budući da mehanizam ozljede i klinička procjena mogu podcijeniti ozbiljnost ozljeda za 30 %, svrha CT snimanja cijelog tijela jest ponajprije brza procjena ozljeda opasnih po život, a zatim točna dijagnoza poznatih i nepoznatih ozljeda [27]. Rezultati nekih metaanaliza pokazuju da pacijenti s politraumom koji su podvrgnuti CT-u cijelog tijela imaju višu stopu preživljavanja od pacijenata koji su podvrgnuti selektivnom snimanju [4, 28], no to se tek treba dodatno istražiti i dokazati u randomiziranim kontroliranim ispitivanjima [16, 29, 30]. Također je pokazano da pacijenti koji su odmah bili upućeni na CT cijelog tijela pri otpustu s bolničkog liječenja imaju sličnu dozu zračenja kao pacijenti koji su bili podvrgnuti selektivnim snimanjima [4, 30]. U usporedbi s konvencionalnim selektivnim snimanjem, CT cijelog tijela može identificirati manje vidljive ozljede koje inače mogu proći neopaženo što znači pravovremeno adekvatno liječenje, bolji ishodi oporavka, kraće vrijeme hospitalizacije i manje naknadnih snimanja. S druge strane, upotreba te pretrage može oduzeti dragocjeno vrijeme kad su potrebne hitne intervencije, povećava izloženost zračenju i povećava troškove liječenja [4].

### 3.6. Indikacije za CT cijelog tijela

CT cijelog tijela vrlo je koristan u otkrivanju ozljeda koje su opasne po život i zahtijevaju hitnu intervenciju, a također otkriva slučajne nalaze koji imaju različitu razinu značajnosti te je postao rutinska pretraga kod procjene težine zadobivene politraume [31, 32]. Autori brojnih znanstvenih članaka i radova zalažu se za primjenu CT snimanja u politraumatiziranih pacijenata kako bi se isključila sumnja na postojanje kraniocerebralnih i torakoabdominalnih ozljeda i u svrhu trijaže, no s druge strane, zbog štetnog učinka ionizirajućeg zračenja i nastojanju da se smanji ukupna apsorpcijska doza zračenja za pacijenta, postavlja se pitanje trebaju li svi politraumatizirani pacijenti biti podvrgnuti CT snimanju. Do sada je zaključeno da je to indicirano kod trauma glave i kralježnice, prilikom sumnje na ozljedu aorte ili pneumotoraksa, u pacijenata u besvjesnom stanju te kod tupih ozljeda unutarnjih organa [21]. Međutim, kako nema definiranih kriterija, direktne indikacije za provođenje ovog snimanja razlikuju se od ustanove do ustanove, ali indikacije prema mehanizmu uključuju:

- sudar motornih vozila pri velikim brzinama
- sudar motocikala
- pad s visine više od 2 metra
- abnormalni FAST
- abnormalni rendgenski snimak toraksa ili zdjelice kod traume
- poremećeni vitalni znakovi.

Davies i suradnici željeli su razviti sustav bodovanja koji bi pomogao u odabiru pacijenata kod kojih je indiciran CT cijelog tijela te su na temelju analize 255 pacijenata odlučili da su indikacije za pretragu nesvjestica i znakovi ozljede leđne moždine. Također, što je više regija tijela ozlijeđeno i što je ozbiljniji mehanizam traume, hemodinamsko stanje pacijenata nestabilnije je, funkcija dišnog sustava lošija, a što je rezultat Glasgowske ljestvice niži, to je veća potreba za CT-om cijelog tijela [33].

Anatomski sustav bodovanja kao što je ISS ne može se koristiti u svakodnevnoj praksi kao indikacija za CT jer se rezultati izračunavaju nakon radiološke obrade pacijenata. Kao i drugi parametri koji opisuju težinu zadobivenih ozljeda, anatomske bodovne sustavi mogu pomoći samo kao mjera ishoda za procjenu indikacije za CT, a ne za definiranje indikacija [34].

Huber-Wagner i suradnici 2015. godine predstavili su rad o bodovnoj ljestvici za indikaciju CT-a cijelog tijela na temelju 78 180 pacijenata. Ljestvica je u rasponu od -16 do 35 bodova. Negativni bodovi ukazuju na to da neće biti koristi od pretrage. Za raspon od 0 do 3 bodova nejasno je hoće li CT cijelog tijela biti od koristi ili ne. Rasponi od 4 do 16 i od 17 do 35 bodova predstavljaju umjerenu ili veliku očekivanu korist od pretrage. Sama ljestvica sastoji se od 12 različitih parametara za bodovanje uključujući anatomske i fiziološke parametre te parametre vezane za mehanizam nastajanja politraume [35].

U razdoblju od 1. 9. 2019. do 30. 9. 2020. u Centru za traumu u Izmiru (Turska) analizirali su se svi pacijenti stariji od 18 godina s hitnog prijema sa zadobivenom traumom, koji su bili podvrgnuti CT-u cijelog tijela, kako bi se pokušali utvrditi parametri koji bi bili pokazatelji valjanih indikacija za provođenje CT-a cijelog tijela kod politraume. Istraživanje je uključivalo 717 pacijenata gdje je prosječna dob bila  $43 \pm 19$  godina, a 74,8 % njih bili su muškarci. Srednja vrijednost trajanja CT snimanja iznosila je 36 minuta. Izvešća CT-a cijelog tijela uključivala su procjenu pet regija; glavu i lice, kralježnicu, toraks, abdomen i zdjelicu, a pacijenti su bili grupirani u skupinu „politrauma“ kod ozljeda u dvije regije i skupinu „ozbiljna politrauma“ s tri ozlijeđene regije. Istraživanje je pokazalo sljedeće: u 46,3 % slučajeva nalaz CT-a cijelog tijela bio je uredan, dok je 53,7 % pacijenata imalo ozljede barem jedne regije, 23,3 % imalo je dvije, a 7,4 % pacijenata tri ozlijeđene regije. Najčešće ozlijeđena regija bio je prsni koš (28,2 %), a najrjeđe zdjelica (8,5 %). Istraživači su zaključili kako su GCS < 15, sistolički krvni tlak  $\leq 100$  mmHg i slobodna tekućina u FAST-u nezavisni parametri za indikaciju CT-a cijelog tijela, dok mehanizmi nastanka politraume nisu bili značajni parametar u donošenju odluke za provođenje snimanja [36].

GCS već je prije korišten kao jedan od parametara pri donošenju odluke za CT cijelog tijela jer se ustanovilo kako su nalazi fizikalnog pregleda u pacijenata s oštećenjem svijesti često nepouzdana te je predloženo da se kod njih provodi rutinsko CT snimanje. Rutinska CT snimanja otkrila su 38 % klinički nesuspektivnih ozljeda te promijenila tijek liječenja za 19 – 26 % pacijenata. Nakon detaljne analize ustanovljeno je da je GCS < 15 valjani pokazatelj za CT cijelog tijela. Isto tako pretraga je korisna za hemodinamski nestabilne pacijente kad je sistolički krvni tlak manji od 100 mmHg [37, 38].

Donošenje odluke o provođenju snimanja na temelju visokorizičnih mehanizama traume bez njihova utjecaja na vitalne parametre mogu uzrokovati nepotrebne CT pretrage. Neka istraživanja pokazuju da se stopa nepotrebnih CT pregleda kreće od 14 % do 46 %, a u istraživanju provedenom u centru za traumu u Izmiru iznosila je 46 % [36, 39].

Na kraju preostaje pitanje trebaju li se koristiti fiksne skupine indikacija za CT cijelog tijela i ako da, kako bi one trebale biti definirane, a u međuvremenu tim za traumu treba biti svjestan da selekcija pacijenata za CT na temelju samo kliničke procjene može rezultirati niskim ISS rezultatom. Neovisno o rezultatu odabranih kriterija za indikaciju CT-a, važno je dobro procijeniti između potencijalne koristi pretrage i povećanog izlaganja ionizirajućem zračenju [34].

### **3.7. Protokoli snimanja za CT cijelog tijela**

Standardni protokol za CT cijelog tijela u zdravstvenim ustanovama razlikuje se ovisno o institucionalnom protokolu i smjernicama, ali tipičan protokol obično se sastoji od sljedećih faza:

1. CT glave bez kontrasta
2. CT vratne kralježnice bez kontrasta
3. CT prsnog koša i gornjeg dijela abdomena u arterijskoj ili odgođenoj fazi
4. CT abdomena i zdjelice u venskoj fazi



5. multiplanarne rekonstrukcije torakalne i lumbalne kralježnice [40].



Slika 2. CT aksijalni prikaz duboke laceracije desnog bubrega u srednjem dijelu s perirenalnim hematomom.

Vidljiv i artefakt stranoga metalnog tijela na lijevoj ruci

Izvor: KBC Split

Osim CT snimanja cijelog tijela po gore navedenom protokolu, ovisno o prisutnim ozljedama, a pogotovo onda kad se slike pregledavaju za vrijeme dok pacijent još leži na stolu, kao dopunu traumatološkom protokolu mogu se dodati još neke faze koje mogu biti od velike koristi kao na primjer periferna ili cerebralna angiografija, snimanje ekstremiteta i kostiju lica. Angiogram glave koristi se za procjenu abnormalnosti Willisova kruga, dok se angiogram od luka aorte do verteksa koristi za procjenu penetratnih ozljeda vrata ili faktora rizika kod tupih cerebrovaskularnih ozljeda. Odgođena faza abdomen – zdjelica korisna je za procjenu nakupljanja ili ekstravazacije kontrastnog sredstva u okolni prostor što ukazuje

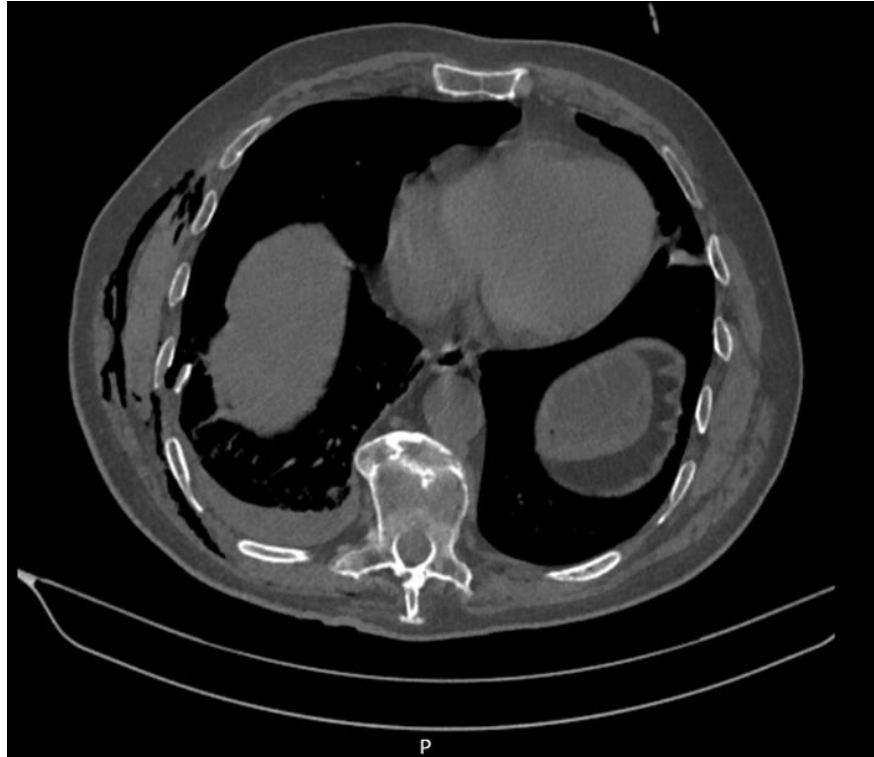
na akutno krvarenje. Renalna ekskretorna faza u protokolu abdomen – zdjelica pomaže u identificiranju traumatskih ozljeda bubrega, a CT cistogram u procjeni ozljede mokraćnog mjehura. Multiplanarne rekonstrukcije neizostavan su dio protokola jer omogućuju trodimenzionalan prikaz svih tjelesnih struktura, a izrazito su važne za procjenu ozljeda skeleta [19, 41]. Slika 3 prikazuje volumno renderiranu rekonstrukciju, VRT (VRT, engl. *Volume Rendering Technique*) koštanih struktura gdje se vide višestruke frakture kostiju zdjelice, a slika 4 CT aksijalni presjek u „koštanom prozoru“ gdje su vidljive traumatske serijske frakture rebara sa subkutanim emfizemom i hematotoraksom desno.

Kod tipičnog CT protokola za snimanje cijelog tijela mogu se pojaviti i određene varijacije s obzirom na kliničko stanje ozlijeđenog pacijenta pa se tako može snimiti CT cijelog tijela uz dodatne nekontrastne snimke toraksa i abdomena pri sumnji na krvarenje, dodatno nekontrastno snimanje gornjeg abdomena, CT angiogram abdomena – zdjelice i donjih ekstremiteta u slučaju sumnje na veliko krvarenje i/ili frakture zdjelice / donjih ekstremiteta te trofazni CT toraksa, abdomena i zdjelice [42].



Slika 3. VRT prikaz višestrukih prijeloma kostiju zdjelice

Izvor: KBC Split



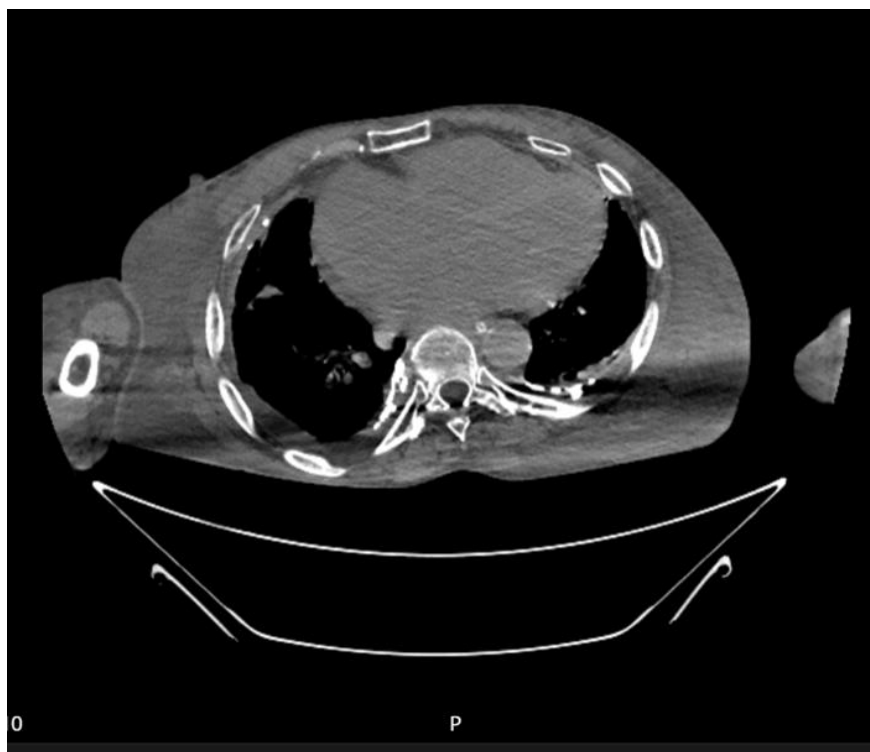
Slika 4. CT aksijalni presjek u „koštanom prozoru“: prikaz traumatske serijske frakture rebra sa subkutanim emfizemom i hematoraksom desno

Izvor: KBC Split

### 3.7.1. Položaj ruku

U istraživanju provedenom na politraumatiziranim pacijentima Loewenhardt i suradnici pokazali su da je efektivna doza bila 16 – 22 % niža u skupini od 100 politraumatiziranih pacijenata kad bi ruke tijekom snimanja bile podignute iznad glave. Napretkom tehnologije efektivna doza mogla bi se smanjiti s prosječnih 14,3 mSv na 10,8 mSv [43]. Prema nekim mišljenjima hemodinamski stabilne pacijente s politraumom treba

skenirati s podignutim rukama iznad glave, a hemodinamski nestabilne pacijente s rukama položenim uz tijelo kako bi se što više uštedjelo na vremenu [22].



Slika 5. Artefakti kod spuštenih ruku prilikom CT snimanja

Izvor: KBC Split

### 3.7.2. Pojačanje kontrasta tehnikom *split bolus*

Novi protokoli koji uključuju tehniku *split bolus* mogu smanjiti broj CT snimanja, a samim time i izlaganje količini zračenja. Prvi bolus kontrastnog sredstva označava vensku fazu, a odgođeni drugi bolus, neposredno prije CT skeniranja cijelog tijela u jednom prolazu arterijsku fazu. Hakim i suradnici u svojem su istraživanju o dvofaznim protokolima pokazali da je kvaliteta dobivenih snimaka izvrsna, količina zračenja manja te da bi se moglo smanjiti vrijeme akvizicije [44]. Količina apliciranog kontrastnog sredstva

ovisi o masi pacijenta, a najveća dopuštena doza kontrastnog sredstva za aplikaciju iznosi 2 mL po kilogramu tjelesne težine [41].

### **3.8. Dijagnostička točnost CT-a cijelog tijela**

Brojni su znanstvenici sa svojim istraživačkim timovima do sad dokazali veliku dijagnostičku vrijednost CT-a cijelog tijela. Kolika je njegova osjetljivost i specifičnost, ispitivali su Stengler i suradnici čije je istraživanje uključivalo gotovo 1000 politraumatiziranih pacijenata. Rezultati su pokazali da sveukupna osjetljivost iznosi 80 %, a specifičnost 97 %, pri čemu je najviša nesigurnost kod dijagnosticiranja abdominalnih ozljeda [45]. Shannon i suradnici otkrili su da je kod sumnje na politraumu na uzorku od 588 pacijenata postojala slaba korelacija između ozljeda pronađenih nakon CT snimanja cijelog tijela i klinički suspektnih ozljeda te je na različitim dijelovima tijela zabilježen raspon 3 – 15 % ozbiljnih ozljeda na koje se klinički nije sumnjalo prije obrade CT-om [46].

### **3.9. Doza zračenja kod CT-a cijelog tijela**

Jedan od najjačih argumenata koji se suprotstavljaju protokolu CT-a cijelog tijela je povećan rizik od moguće pojave karcinoma (karcinom štitnjače, leukemije, tumori mozga) kod prekomjernog izlaganja ionizirajućem zračenju. Doza zračenja kojoj je pacijent izložen ovisi o osoblju koje izvodi pretragu, vrsti protokola za trauma CT i vrsti CT uređaja. Prosječna ukupna doza zračenja koju pacijent primi prilikom CT snimanja cijelog tijela iznosi oko 20 mSv, a najčešće se kreće u rasponu od 10 do 31,8 mSv [4, 28, 29]. Prilikom odlučivanja protokola snimanja važno je voditi se osnovnim radiološkim postulatom, principom ALARA (ALARA, engl. *As Low As Reasonably Achievable*), kojem je cilj dobivanje što bolje dijagnostičke informacije uz dobru kvalitetu slike, a da se pritom količina zračenja svede na najmanju moguću razinu. Jedna prospektivna studija pokazala je da su politraumatizirani pacijenti primili prosječnu efektivnu dozu od 22,7 mSv te je skrenula pozornost na povećan rizik pojave karcinoma i predložila izbjegavanje

nepotrebnih CT snimanja. Unatoč tvrdnjama da noviji višeslojni CT uređaji sa 64, 128 i 256 redova detektora izlažu pacijenta manjim dozama zračenja u odnosu na CT uređaje s manjim brojem detektora, Harrieder i suradnici u svojem su istraživanju dokazali da je doza zračenja podjednaka [30]. Brenner i suradnici istraživali su povezanost smrtnog rizika od raka i zračenja koje pacijent primi prilikom trauma CT-a i otkrili da u 45-godišnjaka, koji su izloženi zračenju od 10 do 20 mSv, rizik od mogućeg smrtnog ishoda iznosi 0,08 % ako se snimi samo jedan trauma CT [4]. Također, 2 % karcinoma pripisuje se posljedici primljenog zračenja prilikom CT snimanja, a rizik od oboljenja od raka povećava se za 16 % sa svakim idućim snimanjem [47]. Napretkom tehnologije i usavršavanjem dosadašnjih protokola skeniranja smanjuje se ukupna primljena doza zračenja, međutim potrebna su daljnja istraživanja kako bi se mogao izraditi optimalan protokol za CT snimanja cijelog tijela koji bi pružao dobru kvalitetu slike, a istovremeno što više smanjio izloženost ioniziranom zračenju. Trauma CT izlaže pacijente većim količinama zračenja pa posljedično može povećati rizik od pojave raka te bi zbog toga kliničari trebali biti svjesni da rutinska CT snimanja cijelog tijela kod pacijenata s politraumom nisu razumna.

### **3.9.1. Smanjenje doze zračenja kod CT-a cijelog tijela**

Kao što je već spomenuto, količina zračenja jedno je od ključnih pitanja kad god se raspravlja o indikacijama za CT cijelog tijela te njegovim prednostima i nedostacima jer znamo da se svake godine povećava broj CT pregleda što posljedično dovodi do povećanja izloženosti zračenju koje potencijalno povećava incidenciju razvoja karcinoma. Novi softverski algoritmi jedan su od izvrsnih načina pomoću kojih se može smanjiti količina zračenja. Iterativna rekonstrukcija bolja je i preciznija metoda dobivanja CT snimke iz sirovih podataka u usporedbi s normalnom filtriranom stražnjom projekcijom, samo što je za to potrebno malo više vremena. Pomoću iterativne rekonstrukcije moguće je smanjiti šum i artefakte na CT snimkama te smanjiti količinu zračenja za 30 – 80 %, a da se pritom zadrži dobra kvaliteta slike. Time se prosječna efektivna doza za CT cijelog tijela smanjuje s oko 10 – 25 mSv na 5 – 10 mSv te se može reći da se rizik od kasnijih komplikacija povezanih sa zračenjem smanjuje i nadmašuje pozitivnim učincima CT-a [48].

### **3.10. CT cijelog tijela i stopa smrtnosti politraumatiziranih**

U velikoj retrospektivnoj studiji provedenoj 2009. godine Huber-Wagner i suradnici prvi su dokazali kako CT cijelog tijela ima pozitivan učinak na preživljavanje teško ozlijeđenih pacijenata [49]. Nakon navedene retrospektivne studije uzastopno ih je provedeno još nekoliko te je svakom potvrđen pozitivan učinak CT-a cijelog tijela na stopu preživljavanja politraumatiziranih pacijenata [22]. Za sad je objavljeno i nekoliko vrlo kvalitetnih metaanaliza koje su također pokazale kako CT cijelog tijela ima značajno pozitivan utjecaj na preživljavanje. U metaanalize bilo je uključeno od 14 000 do 35 000 pacijenata, a udruženi omjeri za stopu preživljavanja kretali su se u rasponu 0,66 – 0,79. To znači da se izgled za preživljavanje u pacijenata kod kojih je provedeno CT snimanje cijelog tijela u početnom liječenju politraume povećava za najmanje 21 % do 34 % u odnosu na one koji su podvrgnuti konvencionalnoj radiološkoj obradi [16, 22]. Dugo vremena ustaljeno i dogmatsko mišljenje bilo je da se CT cijelog tijela ne smije provoditi u politraumatiziranih pacijenata u stanju šoka. Potencijalni rizik za politraumatizirane pacijente u nestabilnom stanju pri provedbi CT pretrage jest mogućnost težeg pružanja adekvatne skrbi u CT prostoriji zbog nedostatka prostora, lošijeg osvjetljenja i manje dostupnosti različite opreme za oživljavanje što može zahtijevati transport pacijenata u druge dijelove bolnice i posljedično gubitak dragocjenog vremena za spašavanje života. Neki su na CT upozoravali kao na „tunel smrti“. Međutim, drugi su tim mišljenjima pristupili na kritički način i u svojim istraživanjima dokazali da čak i u hemodinamski nestabilnih pacijenata s velikom traumom CT cijelog tijela tijekom reanimacije nakon zadobivene politraume značajno povećava preživljavanje [22, 49, 50]. Istraživanje koje su proveli Huber-Wagner i suradnici pokazalo je da je stopa smrtnosti pacijenata u teškom stanju šoka u kojih je proveden CT cijelog tijela bila 42,1 % u usporedbi s 54,9 % u pacijenata gdje navedena pretraga nije provedena. Zaključili su kako je CT cijelog tijela u hemodinamski nestabilnih politraumatiziranih pacijenata izvediv i opravdan ako se izvodi brzo unutar dobro strukturiranog okruženja i dobro organiziranim timom za traumu [14].

Wada i suradnici isto su dokazali svojim istraživanjem. Analizom podataka za 152 pacijenta potvrdili su da CT cijelog tijela izvođen prije hitne kontrole krvarenja može biti povezan s višom stopom preživljavanja posebice u pacijenata s visokim rizikom smrtnosti [51].

Osim što povećava vjerojatnost preživljavanja, uočeno je da pacijenti u kojih je proveden CT cijelog tijela pri dijagnostici politraume kraće borave na odjelu hitne, no nije uočen nikakav utjecaj na duljinu boravka u jedinicama intenzivne njege i općenito bolnici [16]. U meta analizi koju su proveli Jiang i suradnici pokazano je kako su pacijenti kod kojih je proveden CT cijelog tijela u odnosu na kontrolnu skupinu kod koje nije proveden, dulje vremena bili na mehaničkoj ventilaciji te je uočena veća incidencija sindroma višestruke disfunkcije organa, MODS (MODS, engl. *Multiple Organ Dysfunction Syndrom*) i višestruko organsko zatajenje, MOF (MOF, engl. *Multiple Organ Failure*). Međutim, još uvijek nije u potpunosti jasno postoji li stvarno uzročno-posljedična veza između tih štetnih ishoda i CT-a cijelog tijela. Moguće je da dolazi do takvih rezultata jer je općenito smanjen postotak smrtnosti u politraumi. Prvo, pacijenti koji bi vjerojatno umrli da nije proveden CT cijelog tijela sada preživljavaju uz poznate dijagnoze ozljede te je veća učestalost MODS-a/MOF-a u skupini pacijenata s CT-om cijelog tijela vrlo vjerojatno uvjetovana većom stopom preživljavanja politraumatiziranih u ranoj fazi bolničke njege [16]. Kod analize smrti nakon ozljede prema klasičnoj trimodalnoj distribuciji (1 – trenutačna smrt, 2 – rana bolnička smrt, 3 – kasna smrt) uočeno je najviše rane bolničke smrti, uglavnom zbog kvalitetnije prehospitalne i intenzivne njege, stoga je najveći izazov smanjiti upravo stopu rane bolničke smrtnosti. Drugo, pacijenti u skupini s CT-om cijelog tijela imali su više ISS vrijednosti što također može biti razlog duljeg trajanja mehaničke ventilacije i veće stope MODS-a/MOF-a [16].

### **3.11. Ekonomičnost pretrage CT-a cijelog tijela**

Lee i suradnici istraživali su financijsku isplativost pretrage CT-a cijelog tijela i pokazalo se kako je CT cijelog tijela značajno isplativiji u odnosu na selektivna CT



snimanja. Po njegovu modelu računanja za CT cijelog tijela potrebno je izdvojiti 15 000, a za selektivno snimanje 17 000 američkih dolara. U analizi troškova i korisnosti dokazao je da je CT cijelog tijela ekonomično korištenje resursa [52].

### **3.12. Prednosti i nedostaci CT-a cijelog tijela kod politraume**

Računalna tomografija ima višestruke prednosti kod zbrinjavanja politraumatiziranih pacijenata. Prije svega, dijagnostička točnost ozljeda solidnih organa veća je u usporedbi s konvencionalnim dijagnostičkim metodama. Drugo, CT cijelog tijela može značajno smanjiti vrijeme između dolaska pacijenta u bolnicu i završetka postupka spašavanja života te dovršavanja dijagnostičkih postupaka i početka hitnih kirurških intervencija. Odgodom odgovarajuće kirurške skrbi povećava se rizik smrtnosti, a koji se može prevenirati pravodobnom skrbi na trauma odjelu. Također, istraživanja pokazuju kako je pomoću CT-a moguće otkriti brojne ozljede i skratiti vrijeme dijagnostičke obrade za 50 %. Nadalje, pacijenti kod kojih se provodi CT obično kraće borave na odjelu hitne pomoći. Hilbert i suradnici otkrili su da novi algoritam koji integrira višeslojni CT s ranim dijagnostičkim protokolom može značajno utjecati na duljinu boravka pacijenta u traumatološkoj sobi [16, 53].

Kao što je već prethodno navedeno, CT je povezan s većom količinom primljenoga ionizirajućeg zračenja, a nedovoljno promišljena i nepotrebna skeniranja ne samo što su dodatno izlaganje štetnom zračenju nego svaki puta povećavaju rizik od pojave karcinoma koji su posljedica akumulacije primljenog zračenja. Ipak, zahvaljujući kontinuiranom poboljšanju tehnologije skeniranja, efektivna doza CT-a sve se više smanjuje [50]. Još jedan od nedostataka CT-a jest i visoka cijena pretrage te predstavlja značajan ekonomski teret unutar zdravstvenog sustava [52].

### **3.13. *Post mortem* CT cijelog tijela**

Ako pacijent umre u prostorijama hitne službe, smrt mora biti potvrđena, a dežurni liječnici dužni su tražiti i otkriti uzrok smrti pacijenta. Jedna od mogućih metoda može biti i

*post mortem* CT cijelog tijela koji postaje alternativa klasičnoj invazivnoj obdukciji. *Post mortem* CT sve se više upotrebljava u pacijenata koji su doživjeli politraumu. Pokazalo se da su specifičnost i osjetljivost *post mortem* CT-a cijelog tijela kod otkrivanja posttraumatskih ozljeda toraksa dosta visoke u usporedbi s klasičnom obdukcijom [31], a Schmitt-Sody i suradnici u svojem su istraživanju prikazali da je *post mortem* CT bio u skladu s klasičnom obdukcijom u 94,1 % slučajeva kod otkrivanja uzroka smrti [32]. Daljnja istraživanja potvrđuju da *post mortem* CT ima veliki potencijal da u budućnosti postane način bržeg utvrđivanja definitivnih uzroka smrti kod žrtava politraume u usporedbi s klasičnom obdukcijom.

## 4. ZAKLJUČAK

Suvremene dijagnostičke metode u radiologiji omogućuju brzo dijagnosticiranje ozljeda svih organskih sustava, a zbog brzine i točnosti pri postavljanju dijagnoze i mogućnosti multiplanarnih rekonstrukcija CT se nameće kao metoda izbora. CT cijelog tijela provodi se u svrhu rane dijagnostike i prevencije nezamjetnih ozljeda kod politraume. Standardni protokol CT skeniranja cijelog tijela obično uključuje: nativno skeniranje glave i vrata te skeniranje prsnog koša, abdomena i zdjelice s kontrastom. Iako još uvijek ne postoje općeprihvaćene indikacije za provođenje CT-a, neki od najčešćih kriterija za provođenje pretrage jesu kombinacija po život opasnih vitalnih parametara, teški mehanizmi ozljede i klinička sumnja na teške ozljede. CT cijelog tijela ima svoje nedostatke kao što su visoka cijena pretrage i veća izloženost zračenju koja nosi rizik od pojave karcinoma, no napretkom tehnologije količina primljene doze zračenja smanjuje se uz očuvanje dijagnostičke kvalitete snimke. Neke od prednosti CT-a cijelog tijela jesu skraćeno vrijeme dijagnostičke obrade i brzo pružanje adekvatne medicinske skrbi, obično kraće vrijeme oporavka i hospitalizacije te manja stopa smrtnosti. Na kraju može se zaključiti kako je CT važna dijagnostička metoda za otkrivanje ozljeda kod zbrinjavanja pacijenata sa zadobivenom politraumom, a budući da zajednički konsenzus o indikacijama za CT cijelog tijela za sad nije donesen, potrebna su daljnja istraživanja koja će pružiti objektivne činjenice na temelju kojih će se moći oblikovati standardni CT protokoli.

## 5. LITERATURA

1. Lovrić, Z. Traumatologija za studente Zdravstvenog veleučilišta, Zagreb: Školska knjiga, 2008
2. Prpić, I. Kirurgija za više medicinske škole, Zagreb: Medicinska naklada, 1996
3. Šoša, T., Turčić, J. i sur. Kirurgija, Zagreb: Naklada Ljevak, 2007
4. Chidambaram S, Goh EL, Khan MA. A meta-analysis of the efficacy of whole-body computed tomography imaging in the management of trauma and injury. *Injury*. 2017 Aug;48(8):1784-1793. doi: 10.1016/j.injury.2017.06.003. Epub 2017 Jun 9. PMID: 28610777.
5. Rhee P, Joseph B, Pandit V, Aziz H, Vercruyse G, Kulvatunyou N, Friese RS. Increasing trauma deaths in the United States. *Ann Surg*. 2014 Jul;260(1):13-21. doi: 10.1097/SLA.0000000000000600. PMID: 24651132.
6. <https://www.hzjz.hr/publikacije/ozljede-u-republici-hrvatskoj-zagreb-2021/>
7. Gržalja N, Marinović M, Štiglić D, Saftić I, Primec D, Oštrić M i sur. Zbrinjavanje politraume. *Medicina Fluminensis* [Internet]. 2013 [pristupljeno 26.05.2023.];49(4):447-453.
8. Lefering, R. Trauma Score Systems for Quality Assessment. *Eur J Trauma* 28, 52–63 (2002)
9. Senkowski CK, McKenney MG. Trauma scoring systems: a review. *J Am Coll Surg*. 1999 Nov;189(5):491-503. doi: 10.1016/s1072-7515(99)00190-8. PMID: 10549738
10. Paffrath T, Lefering R, Flohé S; TraumaRegister DGU. How to define severely injured patients? -- an Injury Severity Score (ISS) based approach alone is not sufficient. *Injury*. 2014 Oct;45 Suppl 3:S64-9. doi: 10.1016/j.injury.2014.08.020. PMID: 25284238.

11. Chawda MN, Hildebrand F, Pape HC, Giannoudis PV. Predicting outcome after multiple trauma: which scoring system? *Injury*. 2004 Apr;35(4):347-58. doi: 10.1016/S0020-1383(03)00140-2. PMID: 15037369.
12. Boyd CR, Tolson MA, Copes WS. Evaluating trauma care: the TRISS method. Trauma Score and the Injury Severity Score. *J Trauma*. 1987 Apr;27(4):370-8. PMID: 3106646.
13. Tepas JJ 3rd, Mollitt DL, Talbert JL, Bryant M. The pediatric trauma score as a predictor of injury severity in the injured child. *J Pediatr Surg*. 1987 Jan;22(1):14-8. doi: 10.1016/s0022-3468(87)80006-4. PMID: 3102714
14. Huber-Wagner S, Biberthaler P, Häberle S, Wierer M, Dobritz M, Rummeny E, van Griensven M, Kanz KG, Lefering R; TraumaRegister DGU. Whole-body CT in haemodynamically unstable severely injured patients--a retrospective, multicentre study. *PLoS One*. 2013 Jul 24;8(7):e68880. doi: 10.1371/journal.pone.0068880. PMID: 23894365; PMCID: PMC3722202.
15. Healy DA, Hegarty A, Feeley I, Clarke-Moloney M, Grace PA, Walsh SR. Systematic review and meta-analysis of routine total body CT compared with selective CT in trauma patients. *Emerg Med J*. 2014 Feb;31(2):101-8. doi: 10.1136/emermed-2012-201892. Epub 2013 Jan 12. PMID: 23314211.
16. Jiang L, Ma Y, Jiang S, Ye L, Zheng Z, Xu Y, Zhang M. Comparison of whole-body computed tomography vs selective radiological imaging on outcomes in major trauma patients: a meta-analysis. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2014 Sep 2;22:54. doi: 10.1186/s13049-014-0054-2. PMID: 25178942; PMCID: PMC4347587.
17. Postma IL, Beenen LF, Bijlsma TS, Berger FH, Heetveld MJ, Bloemers FW, Goslings JC. Radiological work-up after mass casualty incidents: are ATLS guidelines applicable? *Eur Radiol*. 2014 Mar;24(3):785-91. doi: 10.1007/s00330-013-3072-y. Epub 2013 Dec 4. PMID: 24306424.

18. Tillou A, Gupta M, Baraff LJ, Schriger DL, Hoffman JR, Hiatt JR, Cryer HM. Is the use of pan-computed tomography for blunt trauma justified? A prospective evaluation. *J Trauma*. 2009 Oct;67(4):779-87. doi: 10.1097/TA.0b013e3181b5f2eb. PMID: 19820586.
19. Hadzima, I. (2020). 'ULOGA RADIOLOŠKOG TEHNOLOGA U DIJAGNOSTICI BOLESNIKA S POLITRAUMOM', Završni rad, Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija, citirano: 17.06.2024., <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:184:456406>
20. Dekanić L. Radiološka obrada politraumatiziranih pacijenata [Završni rad]. Split: Sveučilište u Splitu; 2018 [pristupljeno 17.06.2024.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:176:340531>
21. Janković, S., Mihanović, F. i sur. Radiološki uređaji i oprema u radiologiji, radioterapiji i nuklearnoj medicini, Split: Sveučilište u Splitu, 2015.
22. Huber-Wagner S, Kanz KG, Hanschen M, van Griensven M, Biberthaler P, Lefering R. Whole-body computed tomography in severely injured patients. *Curr Opin Crit Care*. 2018 Feb;24(1):55-61. doi: 10.1097/MCC.0000000000000474. PMID: 29140964.
23. Huber-Wagner S, Mand C, Ruchholtz S, Kühne CA, Holzapfel K, Kanz KG, van Griensven M, Biberthaler P, Lefering R; TraumaRegister DGU. Effect of the localisation of the CT scanner during trauma resuscitation on survival -- a retrospective, multicentre study. *Injury*. 2014 Oct;45 Suppl 3:S76-82. doi: 10.1016/j.injury.2014.08.022. PMID: 25284240.
24. Treskes K, Saltzherr TP, Luitse JS, Beenen LF, Goslings JC. Indications for total-body computed tomography in blunt trauma patients: a systematic review. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2017 Feb;43(1):35-42. doi: 10.1007/s00068-016-0711-4. Epub 2016 Jul 19. PMID: 27435196; PMCID: PMC5306321.
25. ATLS Subcommittee; American College of Surgeons' Committee on Trauma; International ATLS working group. Advanced trauma life support (ATLS®): the ninth edition. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013 May;74(5):1363-6. doi: 10.1097/TA.0b013e31828b82f5. PMID: 23609291.

26. Sobrino J, Shafi S. Timing and causes of death after injuries. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*. 2013 Apr;26(2):120-3. doi: 10.1080/08998280.2013.11928934. PMID: 23543966; PMCID: PMC3603725.
27. Linder F, Mani K, Juhlin C, Eklöf H. Routine whole body CT of high energy trauma patients leads to excessive radiation exposure. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016 Jan 27;24:7. doi: 10.1186/s13049-016-0199-2. PMID: 26817669; PMCID: PMC4729033.
28. Caputo ND, Stahmer C, Lim G, Shah K. Whole-body computed tomographic scanning leads to better survival as opposed to selective scanning in trauma patients: a systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014 Oct;77(4):534-9. doi: 10.1097/TA.0000000000000414. PMID: 25250591.
29. Van Vugt R, Keus F, Kool D, Deunk J, Edwards M. Selective computed tomography (CT) versus routine thoracoabdominal CT for high-energy blunt-trauma patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Dec 23;2013(12):CD009743. doi: 10.1002/14651858.CD009743.pub2. PMID: 24363034; PMCID: PMC6464744.
30. Sierink JC, Treskes K, Edwards MJ, Beuker BJ, den Hartog D, Hohmann J, Dijkgraaf MG, Luitse JS, Beenen LF, Hollmann MW, Goslings JC; REACT-2 study group. Immediate total-body CT scanning versus conventional imaging and selective CT scanning in patients with severe trauma (REACT-2): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2016 Aug 13;388(10045):673-83. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30932-1. Epub 2016 Jun 28. PMID: 27371185.
31. Kroczek EK, Wieners G, Steffen I, Lindner T, Streitparth F, Hamm B, Maurer MH. Non-traumatic incidental findings in patients undergoing whole-body computed tomography at initial emergency admission. *Emerg Med J*. 2017 Oct;34(10):643-646. doi: 10.1136/emered-2016-205722. Epub 2017 Jan 27. PMID: 28130347.
32. Sierink JC, Saltzherr TP, Russchen MJ, de Castro SM, Beenen LF, Schep NW, Goslings JC. Incidental findings on total-body CT scans in trauma patients. *Injury*. 2014 May;45(5):840-4. doi: 10.1016/j.injury.2013.10.009. Epub 2013 Oct 30. PMID: 24252575.

33. Davies RM, Scrimshire AB, Sweetman L, Anderton MJ, Holt EM. A decision tool for whole-body CT in major trauma that safely reduces unnecessary scanning and associated radiation risks: An initial exploratory analysis. *Injury*. 2016 Jan;47(1):43-9. doi: 10.1016/j.injury.2015.08.036. Epub 2015 Sep 1. PMID: 26377772.
34. Treskes K, Saltzherr TP, Luitse JS, Beenen LF, Goslings JC. Indications for total-body computed tomography in blunt trauma patients: a systematic review. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2017 Feb;43(1):35-42. doi: 10.1007/s00068-016-0711-4. Epub 2016 Jul 19. PMID: 27435196; PMCID: PMC5306321.
35. <https://dx.doi.org/10.3205/15dkou173>
36. Ozcete E, Uz I, Arslan B, Yalcinli S, Altunci YA. Whole-body CT indications in emergency medicine trauma patients. *Niger J Clin Pract*. 2022 Apr;25(4):496-501. doi: 10.4103/njcp.njcp\_1727\_21. PMID: 35439910.
37. Self ML, Blake AM, Whitley M, Nadalo L, Dunn E. The benefit of routine thoracic, abdominal, and pelvic computed tomography to evaluate trauma patients with closed head injuries. *Am J Surg*. 2003 Dec;186(6):609-13; discussion 613-4. doi: 10.1016/j.amjsurg.2003.08.003. PMID: 14672766.
38. Salim A, Sangthong B, Martin M, Brown C, Plurad D, Demetriades D. Whole body imaging in blunt multisystem trauma patients without obvious signs of injury: results of a prospective study. *Arch Surg*. 2006 May;141(5):468-73; discussion 473-5. doi: 10.1001/archsurg.141.5.468. PMID: 16702518.
39. Beak P, Gabbott B, Williamson M, Hing CB. Four years of experience as a major trauma centre results in no improvement in patient selection for whole-body CT scans following blunt trauma. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2020 Apr;30(3):473-477. doi: 10.1007/s00590-019-02592-3. Epub 2019 Nov 8. PMID: 31705403.
40. Hessmann MH, Hofmann A, Kreitner KF, Lott C, Rommens PM. The benefit of multislice CT in the emergency room management of polytraumatized patients. *Acta Chir*



Belg. 2006 Sep-Oct;106(5):500-7. doi: 10.1080/00015458.2006.11679940. PMID: 17168258.

41. Hsiao KH, Dinh MM, McNamara KP, Bein KJ, Roncal S, Saade C, Waugh RC, Chi KF. Whole-body computed tomography in the initial assessment of trauma patients: is there optimal criteria for patient selection? *Emerg Med Australas.* 2013 Apr;25(2):182-91. doi: 10.1111/1742-6723.12041. Epub 2013 Jan 11. PMID: 23560970.

42. Yaniv G, Portnoy O, Simon D, Bader S, Konen E, Guranda L. Revised protocol for whole-body CT for multi-trauma patients applying triphasic injection followed by a single-pass scan on a 64-MDCT. *Clin Radiol.* 2013 Jul;68(7):668-75. doi: 10.1016/j.crad.2012.12.011. Epub 2013 Feb 28. PMID: 23453711.

43. Loewenhardt B, Buhl M, Gries A, Greim CA, Hellinger A, Hessmann M, Rathjen T, Reinert M, Manke C, Bernhard M. Radiation exposure in whole-body computed tomography of multiple trauma patients: bearing devices and patient positioning. *Injury.* 2012 Jan;43(1):67-72. doi: 10.1016/j.injury.2011.10.014. Epub 2011 Nov 4. PMID: 22055141.

44. Hakim W, Kamanahalli R, Dick E, Bharwani N, Fetherston S, Kashef E. Trauma whole-body MDCT: an assessment of image quality in conventional dual-phase and modified biphasic injection. *Br J Radiol.* 2016 Jul;89(1063):20160160. doi: 10.1259/bjr.20160160. Epub 2016 May 17. PMID: 27187601; PMCID: PMC5257328.

45. Stengel D, Ottersbach C, Matthes G, Weigeldt M, Grundei S, Rademacher G, Tittel A, Mutze S, Ekkernkamp A, Frank M, Schmucker U, Seifert J. Accuracy of single-pass whole-body computed tomography for detection of injuries in patients with major blunt trauma. *CMAJ.* 2012 May 15;184(8):869-76. doi: 10.1503/cmaj.111420. Epub 2012 Mar 5. PMID: 22392949; PMCID: PMC3348190.

46. Shannon L, Peachey T, Skipper N, Adiotomre E, Chopra A, Marappan B, Kotnis N. Comparison of clinically suspected injuries with injuries detected at whole-body CT in suspected multi-trauma victims. *Clin Radiol.* 2015 Nov;70(11):1205-11. doi: 10.1016/j.crad.2015.06.084. Epub 2015 Jul 22. PMID: 26208991.

47. Mathews JD, Forsythe AV, Brady Z, Butler MW, Goergen SK, Byrnes GB, Giles GG, Wallace AB, Anderson PR, Guiver TA, McGale P, Cain TM, Dowty JG, Bickerstaffe AC, Darby SC. Cancer risk in 680,000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ*. 2013 May 21;346:f2360. doi: 10.1136/bmj.f2360. PMID: 23694687; PMCID: PMC3660619.
48. Kahn J, Grupp U, Kaul D, Böning G, Lindner T, Streitparth F. Computed tomography in trauma patients using iterative reconstruction: reducing radiation exposure without loss of image quality. *Acta Radiol*. 2016 Mar;57(3):362-9. doi: 10.1177/0284185115580839. Epub 2015 Apr 6. PMID: 25852193.
49. Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick LM, Körner M, Kay MV, Pfeifer KJ, Reiser M, Mutschler W, Kanz KG; Working Group on Polytrauma of the German Trauma Society. Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicentre study. *Lancet*. 2009 Apr 25;373(9673):1455-61. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60232-4. Epub 2009 Mar 25. PMID: 19321199.
50. Huber-Wagner S, Biberthaler P, Häberle S, Wierer M, Dobritz M, Rummeny E, van Griensven M, Kanz KG, Lefering R; TraumaRegister DGU. Whole-body CT in haemodynamically unstable severely injured patients--a retrospective, multicentre study. *PLoS One*. 2013 Jul 24;8(7):e68880. doi: 10.1371/journal.pone.0068880. PMID: 23894365; PMCID: PMC3722202.
51. Wada D, Nakamori Y, Yamakawa K, Yoshikawa Y, Kiguchi T, Tasaki O, Ogura H, Kuwagata Y, Shimazu T, Hamasaki T, Fujimi S. Impact on survival of whole-body computed tomography before emergency bleeding control in patients with severe blunt trauma. *Crit Care*. 2013 Aug 27;17(4):R178. doi: 10.1186/cc12861. PMID: 24025196; PMCID: PMC4057394.
52. Lee WS, Parks NA, Garcia A, Palmer BJ, Liu TH, Victorino GP. Pan computed tomography versus selective computed tomography in stable, young adults after blunt trauma with moderate mechanism: a cost-utility analysis. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014 Oct;77(4):527-33; discussion 533. doi: 10.1097/TA.0000000000000416. PMID: 25250590.

53. Wurmb TE, Quaisser C, Balling H, Kredel M, Muellenbach R, Kenn W, Roewer N, Brederlau J. Whole-body multislice computed tomography (MSCT) improves trauma care in patients requiring surgery after multiple trauma. *Emerg Med J.* 2011 Apr;28(4):300-4. doi: 10.1136/emj.2009.082164. Epub 2010 Jul 20. PMID: 20659885.

## **6. ŽIVOTOPIS**

### **OSOBNI PODATCI**

Ime i prezime: Rebeka Škoda

Datum i mjesto rođenja: 24. 6. 2000., Varaždin

E-adresa: [rebeka.skodas@gmail.com](mailto:rebeka.skodas@gmail.com)

### **OBRAZOVANJE**

Osnovna škola Ivana Kukuljevića Sakcinskog, Ivanec 2007. – 2015.

Srednja škola Ivanec: opća gimnazija, 2015. – 2019.

Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel zdravstvenih studija: Radiološka tehnologija,  
2020. – 2024.