



Projekat iz predmeta sistemi bazirani na znanju

Članovi tima:

Branislav Stojković SV64-2020

Anja Petkovic SV22-2020

21 April 2024

Proposal number: Tim 32

Motivacija

Karcinom pluća u modernom dobu predstavlja jedan od najsmrtonosnijih oblika karcinoma na globalnom nivou. Stopa preživljavanja obolelih sa ovom vrstom karcinoma je veoma mala, uprkos napretku u toj oblasti medicine. Iz ovog problema proističe potreba za inovativnim rešenjem koje će promeniti način dijagnostifikacije, procene i tretiranja ove bolesti.

Osnovni cilj ovog projekta predstavlja razvoj sistema baziranog na znanju koji koristi najnovije medicinske i tehnološke inovacije kako bi omogućio rano otkrivanje, precizno određivanje stadijuma karcinoma i individualnu procenu terapije za svakog pacijenta.

Projekat će se oslanjati na najnovije medicinske analize, smernice i istraživanja. U saradnji sa stručnjacima, modelovaćemo pravila u skladu sa današnjim novootkrivenim načinima dijagnostike, kao i modernim istraživanjima baziranim na problemu ove vrste karcinoma.

Kroz analizu kliničkih nalaza pacijenata, sistem treba da predloži najefikasnije opcije lečenja.

Projekat omogućava procenu različitih scenarija lečenja i procenu ishoda terapije. Ovo doprinosi preciznijim kliničkim odlukama i smanjuje rizike povezane sa invazivnim procedurama ili nepotrebnim terapijama.

Cilj sistema nije samo dijagnostifikacija karcinoma ili praćenje postoperativnog toka pacijenata nakon resekcije, već i praćenje kvaliteta života pacijenta nakon lečenja.

Pregled problema

Projekat teži ka boljoj dijagnostici i planiranju terapije, predoperativnog i postoperativnog lečenja pacijenta. Ključni problem koje projekat rešava:

1. Loša preciznost u dijagnostifikaciji i određivanje stadijuma karcinoma
2. Neadekvatan odabir terapije
3. Nedostatak individualizovanog pristupa svakom pacijentu prilikom određivanja terapije
4. Problemi sa praćenjem i prilagođavanjem na postoperativni tretman

Konvencionalni pristup dijagnostici i lečenju karcinoma često ne uzima u obzir individualne varijacije u genetici pacijenta, metabolizmi i odgovoru na terapiju. Postoji značajna potreba za preciznijim predoperativnim evaluacijama koje analiziraju i predviđaju ishode lečenja, kao i za personalizacijom tretmana.

Prednosti individualnog pristupa u lečenju:

1. Integracija dijagnostičkih podataka
-

2. Personalizovani tretmani i terapijski pristup
3. Kontinuirano praćenje postoperativnih rezultata i prilagođavanje terapije u realnom vremenu
4. Smanjenje rizika od komplikacije

Metodologija rada - uvod

Ulaz u sistem predstavljaju vrednosti dobijene pregledom pacijenta. Na osnovu ulaznih vrednosti nalaza biopsije tkiva sistem procenjuje da li pacijent ima karcinom i u kom je on stadijumu. Kriterijumi za određivanje stadijuma karcinoma zasnivaju se na TNM klasifikaciji.

Baza znanja

- **Forsirani vitalni kapacitet (FVC)**, odnosno ukupna količina vazduha koju osoba može izdahnuti tokom forsiranog izdisaja nakon maksimalnog udaha. Merna jedinica je litar (l).
- **Forsirani vitalni kapacitet u prvoj sekundi (FEV1)**. FEV1 je količina vazduha koju pacijent može izdahnuti tokom prve sekunde forsiranog izdisaja nakon maksimalnog udaha. Takođe se meri u litrima.
- **FEV1/FVC odnos**. FEV1/FVC odnos je procentualna vrednost koja odražava odnos između FEV1 i FVC. Ovaj odnos pomaže u dijagnozi opstruktivnih i restriktivnih bolesti pluća.

$$FEV1/FVC = (FVC/FEV1) \times 100\%$$

- **Difuzijski kapacitet (DLCO)**. DLCO mjeri koliko dobro kiseonik prelazi iz pluća u krv i izražava se u ml CO/min/mmHg.
- **Maksimalna potrošnja kiseonika (VO2 max)**. VO2 max je maksimalna količina kiseonika koju tijelo može iskoristiti tokom intenzivnog vežbanja i pokazatelj je aerobne kondicije pojedinca.
 - **Apsolutna vrednost VO2 max**: izražava se u litrima kiseonika u minuti (l/min).
 - **Relativna vrednost VO2 max**: izražava se u ml kiseonika po kg telesne mase u minuti (ml/kg/min).

$$Relativni\ VO2\ max = Telesna\ masa\ (kg) \times Apsolutni\ VO2\ max\ (ml/min)$$

TNM klasifikacija

TNM klasifikacija se koristi za opisivanje stadijuma malignih tumora, uključujući rak pluća, ali se ne određuje direktno na osnovu parametara FVC, FEV1, DLCO, ili VO2 max. TNM se odnosi na:

- **T (Tumor)**: Veličina i obim primarnog tumora.
-

- **N (Nodus):** Prisustvo ili odsustvo regionalnih metastaza u limfnim čvorovima.
- **M (Metastaze):** Prisustvo ili odsustvo udaljenih metastaza.

Stadijum raka pluća određuje se na osnovu radioloških snimaka (CT, PET), biopsije i drugih dijagnostičkih procedura, a ne na osnovu parametara respiratorne funkcije.

Uprkos tome što spirometrija, DLCO, i VO₂ max ne služe za direktno određivanje TNM, rezultati ovih testova mogu biti korisni za evaluaciju opšteg zdravstvenog stanja pacijenta i sposobnosti da podnese određene tretmane, kao što su operacija ili sistemski terapije.

Simptomi

- **Respiratorni simptomi** su češći kod tumora centralne nego periferne lokalizacije. Simptom koji je prilično čest, ali zahteva diferencijalnu dijagnostiku, jeste kašalj. Posebna pažnja se posvećuje ako traje duže od mesec dana i javlja se kod muškaraca starijih od 40 godina koji su pri tome aktivni pušači. **Hemoptiza**, odnosno iskašljavanje krvi, može biti jedan od prezentirajućih simptoma koji se javlja kod 57% obolelih. **Bol u grudima, slabost, subfebrilost** (37.5C, 37.8C)
- **Intratorakalni pulmonalni** (tumor urasta u pluća)
- **Intratorakalni nepulmonalni tumor** (urasta u strukture u grudnom kosu)
- **Ekstratorakalni nemetastatski simptom**
- **Ekstratorakalni metastatski simptom**
- **Nespecifični simptomi** kao što im i naziv kaže, ne ukazuju nužno na karcinom pluća. Najčešće se javljaju u poodmaklom stadijumu i obuhvataju umor, anoreksiju, gubitak telesne težine, povišenu telesnu temperaturu i slično.

Biopsija

1. **Fina igla aspiraciona biopsija (FNAB):** Ova metoda se može koristiti ako je tumor dobro pristupačan kroz kožu ili u blizini površine pluća, a takođe i kada se sumnja na metastaze u drugim organima kao što su nadbubrežne žlezde ili limfni čvorovi.
 2. **Core needle biopsy:** Koristi se za dobijanje većeg uzorka tkiva, što može biti korisno ako postoji potreba za više patoloških testova, uključujući genetske i molekularne analize koje mogu uticati na odluke o lečenju.
 3. **Bronhoskopska biopsija:** Ova metoda se koristi kada su lezije locirane unutar bronhijalnih puteva ili blizu njih. Bronhoskopija može takođe pomoći u proceni proširenja tumora u disajnim putevima.
 4. **Transbronhalna iglena biopsija (TTB):** Pogodna za uzimanje uzoraka iz centralnijih delova pluća, koristeći bronhoskop i iglu.
 5. **Video-asistirana torakalna hirurgija (VATS):** Ako je tumor smešten na teže dostupnom mestu, ili ako su prethodne biopsije bile nedovoljne ili neinformativne, VATS omogućava pristup većem delu pluća i može se koristiti za uzimanje obimnijih uzoraka tkiva.
 6. **Mediastinoskopija:** Koristi se za uzimanje uzoraka iz mediastinalnih limfnih čvorova (u sredini prsnog koša), što je važno za stadijum bolesti.
-

Plućna funkcija

1. FEV1 (Forsirani ekspiratorni volumen u prvoj sekundi) v eći od 2 litre, što ukazuje na adekvatnu plućnu funkciju i sposobnost da se oporavi nakon operacije.
2. Normalan ili blago smanjen FEV1/FVC odnos sugerše da nema značajne opstruktivne bolesti pluća.

Srčana funkcija

1. Ejekcijska frakcija (EF) srca veća ili jednaka 60%, što ukazuje na dobru funkciju leve komore.
2. Normalan sistolički pritisak u desnoj komori (SPDK) manji od 30 mmHg, što ukazuje na odsustvo plućne hipertenzije.

Spiroergometrija

1. Potrošnja kiseonika veća od 22 ml O₂/kg/min tokom maksimalnog fizičkog napora, što pokazuje dobru aerobnu kondiciju i sposobnost pacijenta da podnese operaciju i oporavak.

Ostali medicinski testovi i istorija

1. Negativni nalazi za aktivne infekcije ili druge akutne medicinske probleme.
2. Odsustvo nedavne istorije malignih tumora drugim delovima tela koji bi mogli uticati na prognozu.
3. Dobri rezultati sa dijagnostičkih slika (CT ili PET sken) koji ukazuju na lokalizovanu bolest pogodnu za hiruršku intervenciju.

Psihološka i Fizička Pripremljenost

- Pacijent treba da bude psihički spreman za operaciju i postoperativni oporavak, sa dobrim podrškom od porodice ili zajednice.

Vrste operacija na osnovu ovih rezultata

1. **Pneumonektomija:**
 - **Opis:** Kompletno uklanjanje jednog pluća.
 - **Indikacije:** Preporučuje se ako je tumor velik, centralno lociran ili se širi na veći deo jednog pluća.
 - **Parametri:**
 - FEV1 > 2l
 - EF ≥ 60%
 - Spiroergometrija > 22 ml O₂/kg/min
 2. **Lobektomija:**
 - **Opis:** Hirurško uklanjanje jednog režnja pluća.
 - **Indikacije:** Izvodi se kod pacijenata sa rano detektovanim, lokalizovanim ne-malim ćelijskim karcinomom pluća.
 - **Parametri:**
 - FEV1 > 2l
 - EF ≥ 60%
 - Normalan SPDK
 - Dobra aerobna sposobnost
 3. **Segmentektomija:**
-

- **Opis:** Uklanjanje segmenta pluća.
- **Indikacije:** Koristi se za male, periferno locirane tumore.
- **Parametri:**
 - FEV1 > 2l
 - EF >= 60%
 - SPDK < 30mmHg

4. Atipična resekcija:

- **Opis:** Uklanjanje malih delova plućnog tkiva.
- **Indikacije:** Male, periferno locirane lezije.
- **Parametri:**
 - FEV1, EF i SPDK ukazuju na to da pacijent može lako podneti ovu manje invazivnu proceduru.
 - Spiroergometrija > 22 ml O2/kg/min nije strogo neophodna, ali dobra aerobna kondicija pomaže bržem oporavku.

Zlatni standard

Radiografija (RTG - rendgen) i **kompjuterizovana tomografija** (CT) čine osnovne dijagnostičke metode u medicinskoj praksi, često se smatraju **zlatnim standardom**.

Metodologija rada - korisnici

Korisnici sistema su:

- Administrator
- Lekar
- Pacijent

Svi korisnici:

- Prijava na sistem
- Odjava sa sistema
- Registracija

Administrator:

- Generisanje izveštaja o pacijentima sa visoki zdravstvenim rizicima
- Dodavanje lekara
- Pregled svih lekara u sistemu

Lekar:

- Zakazivanje pregleda
 - Pregled sopstvenih zakazanih pregleda
-

- Pregled sopstvenih obavljenih pregleda
- Pregled sopstvenih pacijenata sa kojima je radio
- Ažuriranje podataka o zakazanom pregledu za konkretnog pacijenta

Pacijent:

- Pregled sopstvenih zakazanih pregleda
- Pregled sopstvenih obavljenih pregleda
- Pregled ustanovljenih dijagnoza
- Pregled prepisanih terapija
- Pregled alarma koji su se oglasili za konkretnog pacijenta

Metodologija rada – očekivani ulazi u sistem

1. Medicinski podaci pacijenta:

- Vitalni parametri: krvni pritisak, puls, saturacija kiseonika, temperatura.
- Rezultati laboratorijskih testova: kompletna krvna slika, biohemijski testovi, markeri tumora.
- Rezultati spirometrije: FEV1, FVC.
- Podaci o operaciji: tip operacije, obim resekcije pluća.
- Podaci iz imaging studija: rendgen, CT, MRI snimci.
- Genetski profil tumora: rezultati genetskog testiranja.
- Istorija bolesti: prethodne medicinske dijagnoze, trenutna terapija.

2. Kliničke beleške:

- Simptomi i trenutno stanje pacijenta.
- Informacije o prethodnim i planiranim tretmanima.

Metodologija rada – očekivani izlazi iz sistema

1. Automatska obaveštenja i uzbune:

- Upozorenja o kritičnim promenama u vitalnim parametrima.
 - Obaveštenja o abnormalnim rezultatima testova koji zahtevaju hitnu pažnju.
 - Predlozi za promene u terapiji na osnovu praćenja efekata lekova i vitalnih parametara.
-

2. Izveštaji i analize:

- Detaljne analize trenutnog zdravstvenog stanja pacijenta.
- Predlozi za tretmane zasnovani na najnovijim medicinskim smernicama i ličnim medicinskim podacima pacijenta.
- Praćenje efikasnosti trenutnih tretmana i potreba za njihovim prilagođavanjem.

3. Planovi tretmana:

- Personalizovani planovi lečenja uključujući predloge za operacije, terapije i rehabilitaciju.
- Planovi za praćenje i menadžment komorbiditeta.

Metodologija rada – baza znanja

- Što se tiče tačnih podataka i konkretnih pravila za bazu znanja još uvek su neophodne konsultacije sa ekspertom.

Rezonovanje – scenario pregleda pacijenta pre operacije (*forward chaining 1*)

- Pacijent se žali na simptome i na osnovu simptoma se određuje dalji pregled.
- Lekar unosi podatke o uočenim rezultatima rendgena i skenera pluća za određenog pacijenta.
- Ako je potrebno, pacijent se šalje na biopsiju tkiva nakon analize skenera.
- U zavisnosti od tipa tkiva i nalaza skenera pluća, pacijent se upućuje na:
 - Spirometriju
 - Test difuznog kapaciteta pluća
 - Spiroergometriju
- Nakon pregleda biopsije, lekar dobija nalaz koji može biti maligni ili normalni.
- Nakon dobijenih nalaza lekar unosi nalaze u sistem i sistem određuje stadijum karcinoma i propratnu terapiju:
 - Hemoterapija
 - Radioterapija
 - Operacija
 - Paliativna nega

Rezonovanje – scenario pregleda pacijenta posle operacije (*forward chaining 2*)

- Na osnovu podataka o operaciji pacijenta i nalaza ultra zvuka srca i spiroergometrije sistem utvrđuje da li postoji otpor u krvnim sudovima pluća
- Ukoliko je prisutan otpor u krvnim sudovima pluća, sistem zaključuje da je prisutna plućna hipertenzija
- Nakon ustanovljene hipertenzije pacijentu se preporučuje promena životnih navika i odgovarajuća terapija medikamentima
- Krajnji stadijum je transplantacija srca i pluća

Rezonovanje - Scenario pregleda pacijenta nakon otkrivanja tumora kod roditelja (backward chaining)

- Koristi se upit `childOf` za utvrđivanje povezanosti pacijenta sa roditeljem.
- Kada se dijagnostikuje tumor kod roditelja, sistem šalje upozorenje deci tog pacijenta da zakažu pregled.
- Ako je dete pacijenta dobilo alarm zbog dijagnostikovanog tumora kod roditelja, sistem zakazuje pregled za tog pacijenta.

Rezonovanje – Scenario za CEP (Complex Event Processing)

- Ako pacijent ima temperaturu veću od 38,5°C, sistem prati događaje i generiše upozorenje ako se slični događaji dese više puta u roku od 12 sati.
- Ako je generisano upozorenje za visoku temperaturu, sistem prati puls pacijenta i generiše upozorenje ako puls pređe 100 u roku od 12 sati.
- Ako je generisano upozorenje za visoki puls i pacijent ima planiranu operaciju, sistem otkazuje operaciju i generiše hitnu intervenciju.

Rezonovanje – scenario za *template*

- **Template 1** – Detekcija hipoksije kod pacijenata
 - Sistem detektuje hipoksiju kod pacijenta kada nivo zasićenosti kiseonikom padne ispod određenog praga nekoliko puta u zadatom vremenskom okviru.
 - Ako se detektuje hipoksija, generiše se alarm koji se šalje putem WebSocket-a.
 - **Template 2** - Detekcija pogoršanja simptoma kod pacijenta
 - Sistem detektuje pogoršanje simptoma kod pacijenta kada se konstantno javljaju simptomi sa intenzitetom većim od određenog praga nekoliko puta u zadatom vremenskom okviru.
 - Ako se detektuje pogoršanje simptoma, generiše se alarm koji se šalje putem WebSocket-a.
-