

Otrovi i protuotrovi

Jaić, Josip

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:951854>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-14**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Josip Jaić

OTROVI I PROTUOTROVI

Završni rad

Karlovac, 2017.

Karlovac University of Applied Sciences
Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Josip Jaić

POSION AND ANTIDOTE

Final paper

Karlovac, 2017.

Veleučilište u Karlovcu
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Josip Jaić

OTROVI I PROTUOTROVI

Završni rad

Mentor: Zlatar Vuk

Karlovac, 2017.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Trg J.J. Strossmayera 9
HR-47000, Karlovac, Croatia
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički studij:.....Sigurnost i zaštita.....

Usmjerenje:....Zaštita na radu.....Karlovac,

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student:.....Josip Jaić..... Matični broj:..0415614001.....

Naslov:.....Otrovi i protuotrovi.....

Opis zadatka:

u završnom radu treba uvodno opisati što su otrovi i protuotrovi, kako djeluju, njihovu podjelu, protuotrove i njihovo djelovanje na čovjeka

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni
datum obrane:

....05/2017.....

.....3.7.2017.....

.....06/2017.....

Mentor:

Predsjednik Ispitnog
povjerenstva:

PREDGOVOR

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno služeći se stečenim znanjem i navedenom literaturom.

Zahvaljujem mentoru dipl. ing., pred. Vuku Zlataru koji je pratio cijeli proces nastajanja završnog rada i svojim savjetima i entuzijazmom usmjeravao me kako da prevladam probleme koji bi se pojavili prilikom izrade završnog rada. Uvelike mi je pomogao sa svojim savjetima i stručnim znanjem da kvalitetno i pravilno napišem završni rad te da usvojim veliki dio tog gradiva o kojem sam pisao.

SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja je da pojasnimo kako otrovi djeluju i koji su njihovi protuotrovi. Koristimo ih u svakodnevnom životu, skoro u svim aspektima našeg života a da toga nismo ni svjesni, a samim time nismo ni svjesni opasnosti koje dolaze sa tim otrovima koje ili koristimo ili s kojima se možemo susresti ili se susrećemo. U ovom radu ću detaljnije opisati šta su otrovi i kako oni djeluju te koji su njihovi protuotrovi i kako oni djeluju. U ovom radu govorit ću o različitim otrovima kao npr., zmijski otrovi, biljni otrovi, otrovi mikroorganizama..., te ću primjenjujući odgovarajuću literaturu navesti koji su to otrovi, kako djeluju i koji su njihovi protuotrovi.

Otrovima se smatraju tvari prirodnog ili sintetskog podrijetla i proizvodi dobiveni od njih, koji uneseni u organizam ili u dodiru s njim mogu ugroziti zdravlje i život organizma ili štetno djelovati na okoliš. Znanstvena disciplina koja se bavi otrovima i njihovim supstancama naziva se toksikologija. U vezi s otrovima često se spominje i pojam Ksenobiotik. Ksenobiotik je svaka tvar koju nalazimo unutar organizma, a koja se obično ne proizvodi unutar organizma niti se očekuje da će unutar njega biti prisutna. Ekotoksikologija je znanost koja proučava direktni ili indirektni učinak ksenobiotika na ekosustav, na sve žive organizme i njihovu organizaciju, odnos prema neživoj tvari, međusobne odnose i odnos prema čovjeku.

Protuotrov je tvar koja se može spriječiti ili poništiti djelovanje različitih oblika trovanja. Mogu djelovati na jedan određen otrov (**specifičan** protuotrov) ili na više otrova (**nespecifičan** protuotrov). Protuotrov za neke određene toksine proizveden je ubrizgavanjem toksina u životinju u malim dozama i ekstrahiraju se dobivena protutijela iz krvi domaćih životinja. Time dobivamo protuotrov koji se može koristiti za suzbijanje otrova proizveden od strane određenih vrsta zmija, paukova, biljaka, mikroorganizama itd.

Ključne riječi: toksikologija (eng. **toxicology**), ksenobiotik (eng. **xenobiotic**), ekotoksikologija (eng. **ecotoxicology**), nespecifičan protuotrov (eng. **nonspecific antidote**), specifičan protuotrov (eng. **specific antidote**).

SADRŽAJ

| | |
|--|-----|
| ZADATAK ZAVRŠNOG RADA..... | I |
| PREDGOVOR | II |
| SAŽETAK | III |
| SADRŽAJ | IV |
| | |
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1 Otrov i protuotrov | 1 |
| 1.2. Opće djelovanje otrova | 2 |
| 1.3. Protuotrovi | 3 |
| 1.4. Zakoni koje se odnose na otrove | 4 |
| 2. ZAŠTITA OD OTROVA I LIJEČENJE TROVANJA | 8 |
| 2.1. Kemijski protuotrovi..... | 8 |
| 2.2 Farmakološki protuotrovi..... | 9 |
| 2.3. Funkcionalni protuotrovi..... | 9 |
| 2.4. Kada primjenjivati antidote/protuotrove..... | 10 |
| 3. KATEGORIJE OTROVA, MEHANIZMI DJELOVANJA, PROTUOTROVI I TERAPIJE | 11 |
| 3.1. Otrovi iz prirode | 11 |
| 3.1.1. Biljni otrovi..... | 11 |
| 3.1.1.1. Biljke koje dovode do kardiovaskularnih promjena:..... | 11 |
| 3.1.1.2. Biljke koje dovode do iritacije probavnog sustava | 13 |
| 3.1.1.3. Biljke koje dovode do oštećenja jetre | 15 |
| 3.1.1.4. Biljke koje djeluju na središnji živčani sustav | 16 |
| 3.1.1.5. Biljke koje djeluju poput nikotina..... | 17 |
| 3.1.1.6. Biljke koje sadrže cijanogene | 18 |
| 3.1.1.7. Biljke koje dovode do dermatitisa | 19 |
| 3. ŽIVOTINJSKI OTROVI | 20 |
| 3.1. Zmije | 20 |
| 3.1.1. Poskok | 20 |
| 3.1.2. Riđovka | 21 |
| 3.1.3. Talijanska ljutica | 22 |
| 3.1.4. Žutokrug (Stepska riđovka) | 22 |
| 3.1.5. Otrovnii aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka | 23 |

| | |
|---|----|
| 3.3. OPNOKRILCI..... | 25 |
| 3.3.1. Otrovan aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka..... | 26 |
| 3.4. CRNA UDOVICA..... | 28 |
| 3.5. ŠKORPION..... | 32 |
| 3.5.1. Otrovni aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka..... | 32 |
| 3.6. RIBE..... | 33 |
| 3.6.1. Poligače ili ražolike..... | 33 |
| 3.6.1.2. Otrovni aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka..... | 34 |
| 3.6.2. Paukovke..... | 35 |
| 3.6.2.1. Otrovni aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka..... | 36 |
| 3.6.3 Škrpinke..... | 37 |
| 3.6.3.1. Otrovni aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka..... | 38 |
| 3.6.3.2. Liječenje..... | 38 |
| 3.7. ŽARNJACI ILI MJEŠNICI..... | 39 |
| 3.7.1. Otrovni aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka..... | 39 |
| 3.8. OTROVI GLJIVA, PLIJESNI I MIKROORGANIZAMA..... | 41 |
| 3.8.1. Plijesan..... | 42 |
| 3.8.2. Mikroorganizmi..... | 43 |
| 4. PESTICIDI..... | 45 |
| 4.1. Insekticidi..... | 45 |
| 4.1.1. Liječenje..... | 47 |
| 4.2. Rodenticidi..... | 47 |
| 5. OTROVI U HRANI..... | 48 |
| 5.1 Otrovanje enterotoksinom stafilokoka..... | 49 |
| 5.2. Clostridium perfringens..... | 49 |
| 5.3 Salmoneloza..... | 50 |
| 5.4. Botulizam..... | 52 |
| 6. BOJNI OTROVI..... | 53 |
| 6.1. SMRTONOSNI BOJNI OTROVI..... | 55 |
| 6.2. Živčani bojni otrovi..... | 55 |
| 6.2.1. Mehanizam otrovnog djelovanja živčanih bojnih otrova..... | 55 |
| 6.2.2. Liječenje..... | 56 |
| 6.3. Krvni bojni otrov..... | 56 |

| | |
|--|----|
| 6.3.1. Mehanizam otrovnog djelovanja cijanida i ostalih krvnih bojnih otrova | 57 |
| 6.3.2. Liječenje | 58 |
| 6.4. Zagušljivci | 58 |
| 6.4.1. Mehanizam djelovanja fozgen i ostalih zagušljivaca | 59 |
| 6.4.2. Liječenje | 59 |
| 6.5 Mjehurićavci | 60 |
| 6.5.1. Mehanizam otrovnog djelovanja iperita i ostalih mjehurićavaca | 60 |
| 6.5.2. Liječenje | 61 |
| 6.6. NESMRTONOSNI (ONESPOSOBLJAVAJUĆI) BOJNI OTROVI | 61 |
| 7. OTROVI U ŠIREM SMISLU | 62 |
| 7.1. Korozivi | 62 |
| 7.1.1. Kiseline | 62 |
| 7.1.2. Lužine | 63 |
| 7.1.3. Soli teških metala | 63 |
| 7.2. Klinička slika i liječenje | 64 |
| 8. OTROVI U KRIMINALISTICI | 65 |
| 8.1. Talij | 65 |
| 8.2. Fosfor | 66 |
| 8.3. Strihinin | 68 |
| 9. TIPIČNI OTROVI I PROTUOTROVI | 70 |
| 10. ZAKLJUČAK | 70 |
| 11. LITERATURA | 73 |

1. UVOD

1.1 Otrov i protuotrov

Otrovima se smatraju tvari prirodnog ili sintetskog podrijetla i proizvodi dobiveni od njih, koji uneseni u organizam ili u dodiru s njim mogu ugroziti zdravlje i život organizma ili štetno djelovati na okoliš. Znanstvena disciplina koja se bavi otrovima i njihovim supstancama naziva se toksikologija. Izvori otrovanja su različita a najčešća su to kućanstva i radna mjesta (akcidentalna i nehotična otrovanja), dok su lijekovi obično izvor suicidalnih otrovanja. Također valja spomenuti da fizikalno (agregatno stanje) utječe na dozu otrova koji je inače otrovan za organizam (npr. asporpcija arsena iz grubo zrnatog kristaličnog trioksida relativno je spora, pa je i njegova otrovnost niža).

Prema frekveniciji i trajanju izloženosti dijelimo ih:

- **Akutno** (podrazumijeva se primjena jedne doze otrova),
- **Subakutno** (podrazumijeva se izlaganju otrovu na period kraći od mjesec dana),
- **Subkronično** (podrazumijeva se izlaganje otrovu na period do 3 mjeseca),
- **Kronično** (podrazumijeva se izlaganje otrovu na period duži od 3 mjeseca)

Dijelimo ih prema načinu djelovanja na:

- **kancerogene** (izazivaju rak),
- **mutagene** (uzrokuju nasljedna genetska oštećenja),
- **teratogene** (uzrokuju oštećenje ploda).

Prema stupnju otrovnosti razvrstavaju se u tri skupine:

- **Skupina I:** vrlo jaki otrovi (**T+**),
- **Skupina II:** otrovi (**T**),
- **Skupina III:** štetne tvari (**Xn**).

1.2. Opće djelovanje otrova

Svi otrovni spojevi na neki način inhibiraju fiziološke procese koji su odgovorni za normalan život stanice, ali samo se mali broj otrova zna na kojoj karici u lancu enzimskih zbivanja otrovi izazivaju inhibitorni učinak. Također neki kemijski spojevi izazivaju nespecifičan inhibitorni učinak na enzimske sustave u stanici samo na način što se zbog svoje fizikalne naravi nakupljaju u stanici (dovodi do njihove akumulacije u vitalnim dijelovima stanice), što dovodi da ti otrovi deprimiraju staničnu respiraciju i oksidativnu fosforilaciju. Međutim većina otrova ipak izaziva učinak zbog svoje kemijske reaktivnosti. Kod djelovanja otrova nam se čini da oni najviše djeluju na enzime koji su odgovorni to jest upravljaju oksidacijom i oksidativnom fosforilacijom u stanici.

Čimbenici koji utječu na djelovanje otrova:

1. Doza,
2. Fizikalna i kemijska narav otrova,
3. Izvor otrovanja,
4. Trajanje izloženosti,
5. Specijes pogođene životinje,
6. Veličina, spol i dob životinje ili čovjeka,
7. Opće zdravstveno stanje čovjeka ili životinje.

Za djelovanje otrova veliku važnost ima i količina unesene tvari koja može izazvati otrovan učinak. Zapravo ovim želimo reći da neka tvar može imati štetno, nedužno ili korisno djelovanje a to sve često ovisi o količini apsorbirane tvari.

Protuotrovi su supstance koje sprečavaju ili poništavaju djelovanje otrova. Mogu djelovati na jedan određen otrov (specifičan protuotrov) ili na više otrova (nespecifičan). Neki protuotrovi su istovremeno i otrovi, pa se moraju pažljivo koristiti. Da bi jedan protuotrov bio efikasan mora djelovati brzo, i mora sam po sebi biti dovoljno bezopasan za upotrebu. Najmanja doza koja u pokusu može usmrtiti životinju naziva se **MLD** za tu vrstu. Naravno, toksičnost se mjeri i

srednjom ili prosječnom smrtonosnom dozom (LD_{50}), to jest dozom koja će usmrtiti 50 % pokusnih životinja. Za većinu otrova danas još uvijek nemamo točnih podataka o minimalnoj smrtonosnoj dozi za čovjeka. Analitičari traže brojčane podatke iz kojih će moći zaključiti koliko je neka tvar opasna za čovjeka, ali na takvo pitanje nije jednostavno odgovoriti, jer kako sam već spomenuo otrovnost ovisi o načinu primjene, o organizmu i mnogim drugim čimbenicima koje proučava toksikologija.

1.3. Protuotrovi

Protuotrovi mogu sprječavati resorpciju otrova, vezivanje otrova za receptor, sintezu otrova iz relativno neotrovne supstance (letalna sinteza) ili integrirati sa otrovima na neki drugi način. Time nastojimo spriječiti daljnje resorpcije otrova i to pražnjenjem želuca, odstranjivanje otrova iz tijela itd.

Metode kojima se nastoji spriječiti daljnje resorpcije otrova su :

- a) **Ispiranje želuca,**
- b) **Aktivni ugljen,**
- c) **Laksativi,**
- d) **Irigacija crijeva.**



Slika 1. Oznaka za otrove skupine T+ (vrlo jaki otrovi)

1.4. Zakoni koje se odnose na otrove

Postupanje s otrovima regulirano je u Republici Hrvatskoj različitim zakonima i pravilnicima te međunarodnim konvencijama koje je potpisala i naša država. U Republici Hrvatskoj postupanje s otrovima regulirano je sljedećim aktima ili skupinama akata:

- Zakon o zdravstvenoj zaštiti,
- Zakon o otrovima s pripadajućim pravilnicima,
- Zakon o prijevozu opasnih tvari,
- Zakon o zaštiti okoliša s pripadajućim pravilnicima i uredbama,
- Zakon o otpadu s pripadajućim pravilnicima i uredbama,
- Zakon o zaštiti zraka,
- Zakon o zaštiti bilja,
- Pravilnik o najviše dopuštenim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostora i prostorija,
- Drugi zakoni i pravilnici.

Uz ove navedene akte i skupine akata spomenut ćemo i međunarodne konvencije i dogovore. Spomenut ću samo one konvencije koje je Hrvatska prihvatila. To su:

- Konvencija o prekograničnim utjecajima industrijskih nesreća,
- Konvencija o prekograničnom prometu opasnog otpada i njegovom odlaganju,
- Konvencija o prekograničnom onečišćenju zraka na velikim udaljenostima,
- Protokoli i konvencije o zaštiti Sredozemlja,
- Drugi protokoli i konvencije.

Regulativa iz područja zdravstva bavi se otrovima vrlo široko i s različitih gledišta, od onih koji se odnose na propisivanje uvjeta rada pri postupanju s otrovima od nadzora pa do postupanja u slučaju kriznih situacija. Temeljni

zakon predvidio je mjere zdravstvene zaštite kojima se štiti zdravlje pučanstva, posebno onih koji su izloženi štetnim utjecajima na radnom mjestu i u okolišu. Djelom se taj zakon odnosi na kemikalije koja mogu izazvati akutna ili kronična trovanja. Važno je napomenuti da djelatnici imaju pravo i dužnost da im se osiguraju sve mjere zaštite od djelovanja kemikalija, što se kasnije razrađuje u zakonu. Isto tako dužnost zdravstva je da obavlja nadzor i pruža pomoć djelatnicima na različite načine, od nadzora putem odgovarajućih inspekcijama do osiguranja uvjeta za zaštitu putem državnih zavoda i ustanova svih razina zdravstvene zaštite. Ovdje ću govoriti konkretno o Hrvatskom zavodu za toksikologiju, ali tu postoje i druge institucije kao što su javno zdravstvo i medicina rada.

Hrvatski zavod za toksikologiju osnovalo je Ministarstvo zdravstva Republike Hrvatske za provođenje mjera predviđenih Zakonom i Uredbom o osnivanju zavoda. Poslove zavoda možemo podijeliti na preventivne poslove i poslove koje Zavod preuzima u slučaju izvanrednog događaja.

Zakon o otrovima s većim brojem pravilnika kao podzakonskih akata čini skupinu temeljnih propisa na koje bi se trebali oslanjati svi drugi zakoni u kojima se regulira poslove bavljenja s otrovima (promet u uporaba pesticida, prijevoz otrova, zaštita okoliša itd.) Ovaj zakon jako opsežno rješava različita pitanja u vezi uvoza, izvoza, prijevoza, provoza, proizvodnje, prometa, uporabe i zbrinjavanja otrova te nadzora nad navedenim poslovima. Posebno su važni aspekti zadovoljavanja zahtjeva koji se postavljaju pred pravne osobe i djelatnike koje se bave bilo kojim od navedenih poslova.

Također moramo znati da postoji obveza vođenja očevidnika i ona je regulirana Zakonom o otrovima i posebnim Pravilnikom očevidnicima. Očevidnike otrovnih kemikalija regulira zakonodavstvo s područja zdravstva, dok očevidnike o otrovnom otpadu rješava Zakon o otpadu. Temeljem toga sve pravne i fizičke osobe u svim poslovima s otrovima dužni su voditi očevidnike o tim tvarima o dostavljati podatke Hrvatskom zavodu za toksikologiju.

Pravilnikom je određena mogućnost ispunjavanja očevidnika preko upitnika ili u računalne mreže. Podaci koje pravne i fizičke osobe moraju upisati u svoje knjige očevidnika ili u računalnu bazu te dostaviti HZT-u obuhvaćaju različite podatke koje ovise o vrsti posla koja se provodi s otrovima, a to je sve detaljnije propisano u odgovarajućim zakonskim i podzakonskim aktima. Očevidnike o otrovima dužne su voditi i zdravstvene ustanove, posebno u području dijagnostike i zbrinjavanja dijela medicinskog otpada. Očevidnici o zdravstvenim pregledima osoba koje rade s otrovima su važni za zdravstvene djelatnike. Zakon o otrovima predviđa obavezu obavljanja zdravstvenih pregleda djelatnika koji rade s otrovima te dostavljanje podataka HZT-u. Poslove zdravstvenih pregleda obavljaju ustanove kao što su medicina rada ili neke srodne ustanove.

Zakonom o otrovima je utvrđeno da sve osobe koje se rukuju s otrovima trebaju pohađati posebnu vrstu školovanja, koje se razlikuje za odgovorne osobe i izvršitelja poslova kojima se rukuje s otrovima. „ *Proizvodnjom otrova mogu se baviti, odnosno otrove mogu rabiti u obavljanju svoje djelatnosti pravne osobe koje ispunjavaju ove opće uvjete:*

1. da imaju građevine izgrađene od čvrsta materijala s posebnim prostorijama za smještaj sirovina, za pripremu proizvodnje, za proizvodnju, odnosno uporabu otrova, držanje otrova do njihova izdavanja i za čuvanje neuništenih otrova i ambalaže te da je nadležno tijelo dalo suglasnost za uporabu tih prostorija, odnosno građevina nakon što je utvrđeno da mjesto, način izgradnje građevine i kakvoća obrade zidova i podova, osvjetljenje, ventilacija, temperatura i vlažnost zraka u radnim i pomoćnim prostorijama odgovaraju sanitarno-tehničkim i higijenskim uvjetima za određenu namjenu,

2. da imaju odgovarajuću opremu za proizvodnju, odnosno uporabu otrova, koja mora biti tehnički otporna na djelovanje tvari s kojima dolazi u dodir te da su uređaji, aparati i mjerni instrumenti u potpuno ispravnu stanju,

3. da svi zaposlenici koji obavljaju poslove u proizvodnji ili uporabi otrova imaju osnovna znanja o zaštiti od otrova s kojima rade,

4. da prema opsegu i prirodi svoga poslovanja, ovisno o svojstvima otrova, imaju dovoljan broj zaposlenika visoke stručne spreme pod čijim se nadzorom obavljaju svi dijelovi rada u proizvodnji, odnosno uporabi otrova,

5. da su zaposlenici iz točke 3. i 4. ovoga stavka zdravstveno sposobni za rad s otrovima,

6. da imaju osigurana sredstva za pružanje prve pomoći i za održavanje opće i osobne higijene. " (članak 25.) i „ Pravne osobe koje obavljaju djelatnost prometa otrovima moraju ispunjavati ove opće uvjete:

1. da imaju građevine, odnosno prostorije izgrađene od čvrsta materijala za skladištenje, čuvanje i izdavanje otrova za koje je nalazom nadležnoga tijela utvrđeno da glede mjesta, načina izgradnje i kakvoće zidova, osvjetljenosti, ventilacije, temperature i vlažnosti udovoljavaju tehničkim i sanitarno higijenskim uvjetima,

2. da zapošljavaju osobe visoke stručne spreme iz područja kemije, farmacije, medicine, veterine, biologije, agronomije ili šumarstva, pod čijim se nadzorom otrovi skladište, čuvaju i izdaju,

3. da svi zaposlenici koji obavljaju poslove prometa otrova imaju posebna znanja o zaštiti od otrova.

Posebne uvjete za obavljanje djelatnosti iz stavka 1. ovoga članka te uvjete koje moraju ispunjavati fizičke osobe koje obavljaju promet na malo otrovima propisuje ministar zdravstva " (članak 26.). Očevidnik obuhvaća imena pravnih i fizičkih osoba, vrste otrova, praćenje dodatnog usavršavanja i produženje dozvole za rad s otrovima. Školovanje odgovornih osoba i djelatnika regulirano

je posebnim pravilnikom, gdje se daje program nastave, način održavanja ispita i izdavanja dozvola za rad itd.. Namjera zakonodavca je da popravi izrazito loše stanje u smislu znanja o otrovima s kojima radnici rukuju jer je najvažniji razlog otrovanja na radnom mjestu neznanje o otrovima i mjerama koje moramo poduzeti u slučaju opasnosti od trovanja.

2. ZAŠTITA OD OTROVA I LIJEČENJE TROVANJA

Čovjek se milijunima godina nastoji što više prilagoditi svom kemijskom okolišu, jer iz tog okoliša uzima sastojke bilo prehranom bilo zrakom koji udiše. Veliki broj otrova se nalazi u samoj prirodi (životinjski i biljni otrovi, minerali, metali itd.), ali je svakim danom sve veći broj novih otrova koje čovjek stvara. U zaštiti i liječenju trovanja nam pomažu **antidoti** (protuotrovi). *Antidoti su tvari koje se koriste za tretiranje otrovanja koje imaju specifično djelovanje ovisno o otrovu.*

Antidote općenito dijelimo u tri skupine (s obzirom na njihov mehanizam zaštite), a to su :

1. **Kemijski,**
2. **Farmakološki,**
3. **Funkcionalni antidoti.**

2.1. Kemijski protuotrovi

Kemijski antidoti izravno djeluju na otrov i mogu smanjit otrovnost nekog spoja ili povećati njegovo izlučivanje. Vežu se s otrovima te ih tako neutraliziraju (desferioksamin veže kiseline i lužine, bjelančevine vežu teške metale). Kao primjer ću spomenuti Pralidoksim klorid, koji se u proteklih pedeset godina koristio kao antidot protiv bojnih otrova i to u obliku klorida (PAM-2 Cl ili mesilat,

P2S (protiv sarina, ciklosarina i VX-otrova itd.). On obavlja obje primarne funkcije kemijskih antidota, veže se za molekulu OF insekticida čime se onemogućuje njegovo vezanje za ciljno mjesto, a pralidoksim-insekticid kompleks se brzo izlučuje iz organizma.

2.2 Farmakološki protuotrovi

Farmakološki antidoti su antagonisti otrovu na mjestu vezivanja (receptoru). Antagonist je tip receptorskog lijeka koji ne izaziva biološku reakciju vezivanjem za receptor, nego blokira ili prigušuje otrov na mjestu vezivanja. Kao primjer spomenut ću Atropin. Atropin djeluje na autonomni živčani sustav i to na parasimpatikus na način da se veže za muskarinske receptore (na koje se inače vezuje acetilkolin) uzrokujući njihovu blokadu. Zbog toga parasimpatikus ostaje blokiran pa zbog toga atropin (i njemu slično djelujuće polu/sintetske spojeve) nazivamo parasimpatolitik. Atropin npr ima visok afinitet prema receptorima za ACh, tako da se on natječe s acetilkolinom koji muskarinske učinke.

2.3. Funkcionalni protuotrovi

Funkcionalni antidoti djeluju tako da umanjuju simptome otrovanja i oni ne reagiraju s otrovom. Upotrebljavaju se adsorbensi (medicinski ugljen), laksativi (ricinusovo ulje, zasićena otopina manitola, natrijev sulfat), sredstva za izazivanje povraćanja (ipekakuana, apomorfin), klizme, pojačano mokrenje, dijaliza. Primjer funkcionalnog antidota je primjena metokarbamola za kontrolu fascikulacija i tremora kod otrovanja tremorgenim mikotoksinima, strihnom. Npr. Kalcitonin se koristi kod otrovanja vitaminom D₃. Kalcitonin je polipeptidni hormon, linearan koji se sastoji od niza 32 aminokiseline. Kod ljudi najviše nastaje u štitnoj žlijezdi, njenim parafolikularnim stanicama (C-stanice) (manja količina u neuroendokrinim stanicama probavnog sustava i pluća.

Kalcitonin djeluje tako da:

- smanjuje apsorpciju kalcijevih iona iz probavnog sustava
- inhibira aktivnost osteoklasta u kostima
- inhibira reapsorpciju kalcijevih iona u bubregu
- utječe na vitamin D

Kalcitonin se koristi kao tumorski marker u dijagnostici, te i u liječenju nekih bolesti (npr. hiperkalcijemija, Pagetova bolesti, metastatske promjene kosti).

Na žalost, postoji malo antidota razlog tome je što farmaceutske tvrtke nemaju velikog ekonomskog interesa za traženje dozvola (registraciju) za antidote zbog ograničenog tržišta i plus organizacija kliničkih pokusa za antidotske lijekove je poseban problem. Naravno tu je i problem da neki dostupni antidoti nisu u tolikoj mjeri dostupni zbog svoje cijene pa zato i ovaj čimbenik igra veliku ulogu u dostupnom broju antidota na tržištu.

2.4. Kada primjenjivati antidote/protuotrove

Liječnici trebaju pronaći najbolji pristup otrovanoj životinji temeljen na prikupljenim podacima, fizikalnom pregledu i promatranju pacijenta, te se usredotočiti prvenstveno na tretiranje pacijenta, a ne otrova. Trebamo biti svjesni da su slučajevi trovanja nepredvidivi, a protuotrovi nedostupni. Trovanje često zahtijeva brzu intervenciju, te je stabilizacija pacijenta glavni prioritet. Nakon toga liječnici trebaju usmjeriti pažnju na dekontaminaciju, ako je potrebna. S

Ako antidot za otrov kojem je pacijent bio izložen postoji, pravo vrijeme za njegovu primjenu ovisit će o situaciji. U nekim slučajevima, antidot će biti ključan za stabilizaciju stanja pacijenta. Npr., atropin treba primijeniti odmah u slučajevima otrovanja s OFS (insekticid) u kojima bradikardija i bronhalna sekrecija ugrožavaju život pacijenta. U nekim slučajevima primjenu protuotrova bolje je napraviti kasnije. To vrijedi za vitamin K1(fitonadion) kod Th otrovanja

s antikoagulantnim rodenticidima. Nakon otrovanja, najbolje je prvo provesti stabilizaciju pacijenta: simptomatske, potporne mjere kao što je transfuzija krvi, budući da vitamin K1 nije neophodan za spašavanje života.

3. KATEGORIJE OTROVA, MEHANIZMI DJELOVANJA, PROTUOTROVI I TERAPIJE

3.1. Otrovi iz prirode

3.1.1. Biljni otrovi

Biljke koje okružuju čovjeka mogu ga otrovati, a ispoljavanje takvih otrovanja može biti različito. Postoji veliki broj mogućnosti otrovanja biljkama, kojih kao što znamo ima na tisuće vrsta.

Otrovnost biljaka se svrstava u slijedeće kategorije:

3.1.1.1. Biljke koje dovode do kardiovaskularnih promjena:

a) Kardioaktivni glikozidi

- Digitalis purpurea (Naprstak crveni)
- Digitalis lanata (Vunenasti naprstak)
- Covalaria majalis (đurđica – plod joj je otrovan)
- Nerium oleander (Oleander)
- Thelvetia peruviana (žuti oleandar).

Simptomi otrovanja su: mučnina, povraćanje, aritmija srca.



Slika 2. Oleander

- b) **Akotininska skupina.** Predstavnik ove skupine je *Aconitum napelsus* (Jedić). Simptomi otrovanja su mučnina, povraćanje, proljev, smetnje osjeta, brakikardija, arterijska hipotenzija, ventrikulske aritmije, smetnje disanja;
- c) **Skupina veratruma.** Predstavnik je *Veratrum viridae* (Čemerika). Simptomi otrovanja su: mučnina, povraćanje, proljev, smetnje osjeta, brakikardija, arterijska hipotenzija.
- d) **Skupina veratrina i andromedotoksina.** Čiji je predstavnik npr. *Rhododendron sp.* (alpska ruža). Simptomi trovanja su : opća slabost, mučnina, hiperlakrimacija, sekrecija iz nosa, brakikardija, arterijska hipotenzija.



Slika 3. Alpska Ruža

3.1.1.2. Biljke koje dovode do iritacije probavnog sustava

- a) **Iritansi usana i ždrijela.** kao što je na primjer Philodendron ili Difenbachia (Difenbahija). Za simptome otrovanja kod ove vrste biljaka odgovorni su kristali kalcijeva oksalata koji se talože u tom otrovanju, kao i proteolitički enzimi.

Difenbahija ima veliko, glatko, tamno zeleno lišće. Ako se lišće uzme preoralnim putem dovodi do jake iritacije, čiji su simptomi hipersalivacija, ali se također mogu razviti edemi kao i bule tog područja, disfagija pa i disartija, gubitak glasa, izraziti lokalni bolovi. Ako pak Difenbahija dođe u kontakt s očima, kao posljedica javljaju se teško izdržljivi bolovi, može doći do konjuktivitisa i do abrazije korneje (što nastaje najvjerojatnije zbog iritacije kristalima kalcijeva oksalata).

Liječenje se sastoji od ingestije hladnog mlijeka ili hladna mliječne kreme, ali ponekad su potrebne i znatno aktivnije i agresivnije mjere liječenja (npr. primjena snažnih analgetika sve do primjene opijata. Ako su oči bile u kontaktu sa ovom vrstom bilja, treba ih dobro isprati i primijeniti analgetik paranteralnim putem (unošenje lijeka u organizam nekim drugim putem a da nije kroz venu, mišić, crijevo).

- b) **Iritansi sluznice želuca.** Kao primjer navest ću Narcissus pseudonarcissus (Žuti sunovrat). Simptom otrovanja je povraćanje.
- c) **Iritansi sluznice crijeva.** Kao primjer navest ću Aesculus hippocastanum (Divlji kostanj). Simptomi otrovanja su abdominalna kolika, proljev, krv u stolici.
- d) **Kasni iritansi sluznice želuca i crijeva.** Kao primjer navest ću toksoalbuminska skupina, čiji predstavnik je **Ricinus communis** (Ricinus), ali tu također spadaju i solanini, glikoalkaloidi a kao primjer navest ću Solanum tuberosum iz krumpira, zatim kolhocinska skupina čiji je predstavnik primjerice Cochicum autumnale (Mrazovac).

Biljka Ricinus ima sjemenke zanimljiva oblika koje se koriste za izradu nakita pa se upravo iz ovog razloga nerijetko i djeca otuju, koja stavljaju slomljeni nakit u usta, a koji sadži tu tvar. Ta tvar sadži stanični otrov abrin (toksoalbumin), koji slični toksinu botulinusa ili toksinu difterije, ali i kolere, pa čak i insulinu.

Simptomi otrovanja nastaju 2-24 sata po ingestiji, a ispoljavaju se gastrointestinalnim tegobama i tegobama središnjeg živčanog sustava : pečenjem u ustima, mučninom, povraćanjem, proljevom, dehidracijom, slabosti mišića, glavobolja, halucinacije, mentalnom depresijom, komatoznim stanjem. Otrovanje kolhicinskom skupinom može rezultirati s krvarenjema iz crijeva. Ovaj oblik otrovanja liječi se ispiranjem želuca odnosno provociranjem povraćanja (npr. sirupom ipekakuane) i potom primjenom aktivnog ugljena. Ostale mjere sastoje se u održavanju vitalnih funkcija: cirkulacije, respiracije, adekvatnom hidratacijom, nadomještanje izgubljenih elektrolita zbog gore navedenih posljedica trovanja. Za ovaj oblik trovanja nema specifičnog protuotrova.



Slika 4. Ricinus

3.1.1.3. Biljke koje dovode do oštećenja jetre

Kao primjer biljaka koje dovode do oštećenja jetre spomenut ću *Blighia sapida* (Ackee) ili *Sasafras albidum* (sasafras, ima kancerogena svojstva). Simptomi trovanja upućuju na hepatocelularnu leziju (rak jetre).



Slika 5. Ackee (*Blighia sapida*)



Slika 6. Sasafras (*Sasafras albidum*)

3.1.1.4. Biljke koje djeluju na središnji živčani sustav

Primjeri za ovu skupinu biljaka je *Cicuta maculata* (kukuta) ili halucinogen kao npr. *Myristica fragrans* (Muškatni oraščić) ili *Peyote* / *Lophophora Williamsii* (*Peyote* kaktus).

Cicuta species ili pjegava kukuta su biljke koje rastu uz vode, jezera i vodotokove. Svi dijelovi biljke sadrže cikutoksin. Za kratko vrijeme (unutar jednog sata) ispoljavaju znaci otrovanja : mučnina, povraćanje i trbušni bolovi. U kratkom vremenu se razvija halucinacija kao i konvulzije, sve do epileptičnog statusa. U najtežim otrovanjima koje su praćene epileptičkim statusom, nije rijedak smrtni ishod. Jedan podanak dovoljan je da bude smrtonosno otrovan kod odrasle osobe u 60% slučajeva.

Liječenje kod trovanja sa ovom skupinom biljaka se vrši tako da se mora odmah započeti sa ispiranjem želuca, a potom se primjenjuje aktivni ugljen . Kada se pojave konvulzije (moždani poremećaji koji dovode do nekontroliranih pokreta udova, popraćenih gubitkom svijesti), treba dati antiepileptik (npr. diazepam intravenoznim putem). Ako se klinička slika pogoršava, treba primijeniti opću anesteziju. Također se pokušavaju primijeniti metode izvantjelesne cirkulacije za odstranjenje otrova : izvantjelesna hemodijaliza kao i hemoperfuzijske metode. No spomenute su metode u tom otrovanju ograničena dometa.



Slika 7. Pjegava velika kukuta (*Cicuta maculata*)



Slika 8. Peyote (Peyote kaktus)

3.1.1.5. Biljke koje djeluju poput nikotina

Primjeri za ovu skupinu su *Nicotiana glauca* (vrsta duhana) ili *Conium maculatum* (pjegava velika kukuta). Ta biljka ima listove poput paprata, a raste uz puteve, jarke ili u šumovitim predjelima. Sadrži više otrova (piperdinskih alkaloida - To su spojevi koji sadrže jedan ili više atoma dušika u heterocikličkom prstenu i stoga imaju bazična svojstva). Prema strukturnoj formuli otrov liči nikotinu, a i učinak na organizam je sličan nikotinskom.

Simptomi otrovanja su: hipersalivacija (povećanje lučenja žlijezda slinovnica), mučnina, povraćanje, smetnje vida – midrijaza, arterijska hipertenzija, tahikardija, respiratorna insuficijencija, tremor, ataksija (neurološki znak i simptom kojeg karakterizira gubitak koordinacije mišićnih pokreta, uzrokovan poremećajima dijela živčanog sustava). U težim slučajevima može se razviti bradikardija, uzlazna motorna paraliza i komatozno stanje. Liječenje ovog oblika trovanja treba biti usmjereno ka ispiranju želuca nakon čega treba primijeniti aktivni ugljen. Ostale mjere koje možemo koristiti trebaju biti usmjerene ka održavanju vitalnih funkcija (na prvom mjestu cirkulacije i respiracije). Za ovu skupinu biljaka nema specifičnog sredstva za liječenje ovog trovanja.



Slika 9. *Nicotiana glauca* (vrsta duhana koja raste kao drvo)

3.1.1.6. Biljke koje sadrže cijanogene

Ova skupina biljaka sadrži amigdalín i cijanogene glikozide, kao primjer navest ćemo *Prunum species* (*Prunus*), koji sadrži amigdalín. Najveća koncentracija se nalazi u Mladom lišću. Sami amigdalín nije otrovan dok se ne metabolizira pomoću enzima emulzina. Ako se ošteti sjemenka tog drveta razvija se miris gorkih badema, koji mirisom podsjećaju na cijanide. Uzrok tome je što se vjerojatno amigdalín pretvara u cijanovodičnu kiselinu.

Simptomi otrovanja razvijaju se sa vremenom latenije, a iskazuju se u obliku mučnina i potom brzim slijedom do tkivne hipoksije, kada počinje dominirati glavobolja, vrtoglavica, a mogu nastati konvulzije, hipertermija (pregrijavanje), stupor (stanje odsutnosti svake voljne aktivnosti) i komatozno stanje. Liječenje kod trovanja sa ovom skupinom biljaka se sastoji od ispiranja želuca, potom primjenom aktivnog ugljena i svim drugim mjerima koje se rabe u liječenju otrovanja cijanidima.

3.1.1.7. Biljke koje dovode do dermatitisa

Dermatitis može biti uzrokovan biljkama koje mogu kemijski oštetiti kožu. Biljke koje mogu prouzročiti dermatitis su Euphorbia turicalli (Tirucallijeva mlječika), Toxicodendron radicans (Otrovni bršljan) - izaziva kontaktni dermatitis ili Ginko biloba (Dvorežnjasti ginko), kao i kontaktna urtikarija (kožna bolest kod koje se urtike javljaju na mjestu kontakta s toksinima biljaka itd.), što se može dogoditi ako dođemo u kontakt s Agavom ili Primulom. Može nastati i fotodermatitis (tzv. fitofotodermatitis), do čega može dovesti kontakt s Heracleum lanatum, ali može nastati i mehaničko oštećenje kože, do čega može dovesti kontakt s Philodendronom. Pri izlaganju filodendronu, u osjetljivih osoba ože se razviti kasni kontaktni dermatitis, a da bi se to spriječilo, stabla treba premazati rezorcinolom. Kod dermatitisa nema specifičnog lijeka već je potrebno neko vrijeme ili krema koja će taj dermatitis ublažiti dok ne prođe.



Slika 10. Otrovni bršljan

3. ŽIVOTINJSKI OTROVI

3.1. Zmije

U svijetu je poznato pet porodica zmija : *Colubridae* (*guževi*), *Crotalidae* (*jamičarke*), *Elapidae* (*otrovni guževi*), *Hydrophidae* (*morske zmije*) i *Viperidae* (*ljutice*) s ukupno 3000 vrsta, od kojih je približno 300 otrovnih, odnosno njihov ugriz je otrovan za čovjeka i životinje. Neke vrste porodice *Viperidae* koje nastanjuju dio Sjeverne Afrike, Europu, Srednji Istok i Aziju do Pacifičkog oceana pripadaju pravim otrovnicama ili zmijama ljuticama. Iz te porodice govorit ću o zmijama koje nastanjuju područje Balkanskog poluotoka.

A to su otrovnice koje pripadaju rodu *Vipera*:

- pepeljasti poskok
- riđovka
- talijanska ljutica
- žutokrug

3.1.1. Poskok

Poskok je najveća i najotrovnija europska ljutica. Nalazimo ga na visini od 2000 metara i osobito je čest u krškim krajevima. Može narasti do 1 metra, glava mu je srcolikog oblika, a na nosu ima karakterističan roščić. Boja mu jako varira ovisno o okolišu (najčešće je pepeljaste sivkastozelene do smečkastocrvene ili tamnosive boje). Poskok nije plašljiv za razliku od ostalih zmija zato postoji veća mogućnost susreta sa čovjekom. Kada je uznemiren ljuto će zapiskati. Mužjak poskoka je u pravilu veći od ženke.



Slika 11. Poskok

3.1.2. Riđovka

Riđovka je najsprostranjenija zmija u Europi. U našoj zemlji je česta u nizinskim predjelima, voli šume, travnjake i vlažne teren. Za razliku od poskoka, riđovka zalazi u vodu, ali se nalazi na visinama iznad 1000 metara. Naraste do 75 centimetara, ima širu i okrugliju glavu od poskoka. Ima karakterističnu bijelkastu prugu uz rub doljne čeljusti, velike okrugle oči s crvenim odsjajem i tri velike rožene pločice na tjemenu. Kao i kod poskoka boja joj varira ovisno o okolišu, od srebrnosive, pepeljaste, do smeđe, čak do bakrenaste i crne.



Slika 12. Riđovka

3.1.3. Talijanska ljutica

Najčešća je ljutica u zapadnoj Europi, osobito u Italiji i Francuskoj. Kod nas je nalazimo na krajnjem sjeverozapadu u najraznovrsnijem okolišu, od močvarnog i šumskog preko pješčanog do alpskih visina od 3000 metara. Gubica joj završava odsječeno, kao da ima rilce, koje je mnogo manje naglašeno nego roščići kod poskoka. Također na tjemenu nema rožnanih pločica. Boja joj varira od sive do sivkastosmeđe. Crna hrptena krivljula izgleda kao četvorinasta ornamentika. Ženke su veće od mužjaka i mogu narasti do 70 cm te joj je otrov slabiji od riđovkina.



Slika 13. Talijanska ljutica

3.1.4. Žutokrug (Stepska riđovka)

Najčešće ju možemo naći u istočnim krajevima i u Bosni. Ženka ne naraste dulje od 50 centimetara, a mužjak jedva 40 centimetara. Ima jajastu glavu koja se jedva ističe od vrata. Na tjemenu ima velike ljuske slične riđovkinim. Boja žutokruga varira od svijetlosive do svijetlosmeđe, a krljivula na hrptu joj je valovitija. Kod nas živi krški, oštroglavi žutokrug kojeg možemo pronaći u gorovitim krškim predjelima Bosne, Hercegovine i Dalmacije iznad 1000 m visine i na otoku Krku. Staništa su mu vlažne livade. Žutokrug nije agresivan i oklijeva prije nego što ujeda, a i otrov mu nije jako toksičan.



Slika 14. Stepska riđovka

3.1.5. Otrovnii aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka

Zmijski otrovni aparat se sastoji od dva dijela: jednog para žlijezda koje proizvode toksin, kojima zmija imobilizira ili usmrti ugrizenu životinju i para cjevastih zuba otrovnjaka kojima zmija ugrize i uštrca toksin. Žlijezde koje proizvode toksin su preoblikovane žlijezde slinovnice gornje usne, imaju oblik manjeg zrna graha, smješteni su ispod i iza oka a kod ujeda ih pritišću žvačni mišići. Upravo se na taj način istišće toksin kroz cjevaste zube otrovnjaka, koji djeluju kao inekcijska igla.

Zmija može u žrtvu uštrcati svu raspoloživu količinu otrova ako je želi brzo usmrtiti. Međutim zmija svojim ugrizom često želi samo zastrašiti neprijatelja, a pri tome ispusta vrlo malo ili nimalo otrova. Čovjek ima tu sreću da ga zmija grize na ovaj drugi način to jest nerijetko ga ugriza a da ne ispusti nimalo otrova. Otrov poskoka je najotrovniji među otrovima naših ljutica. Otrov viperida je bezbojna, bistra tekućina, konzistencije bjelanjka, smjesa, pretežno bjelančevina s enzinskim i toksičnim učinkom. Sadrži proteolitičke enzime, hidrolaze, fosfolipazu A_2 , fosfodisteraze i oksidaze L-aminokiselina, zatim aminokiseline, ugljikohidrate, toksične polipeptide i metaloproteine.

Na mjestu ugriza raspodjelu otrova pojačava hijaluronidaza (enzim koji razgrađuje hijaluronsku kiselinu). Proteolitički enzimi oštećuju ustroj subakutnog tkiva uključujući limfni sustav i kapilarni endotel, pa eritrociti izlaze iz kapilara dijapedezom ili nakon lize endotela, a fosfolipazu A₂ koja djeluje miotoksično te uzrokuje nekrozu mišićnog tkiva. Metaloproteinaza koja sadrži cink oštećuje bazalnu membranu stijenki krvnih žila. Na to se nadovezuje agregacija trombocita, inhibicija endogene i egzogene aktivacije protrombina te djelovanje serin proteinaze, odnosno fibrinogenaze, koja cijepa fibrinopeptide. Glavni uzrok smrti nakon ugriza viperida je cirkulacijski šok. Zmijski otrov se ne može resorbirati kroz nepovrijeđenu kožu ili mukozne membrane, dok se sporo resorbira kroz serozne ovojnice.



Slika 15. Slika otrovne žljezde u zmija otrovnica

Klinička znakovi ugriza europskih vipera se očituju kroz tri sindroma:

- lokalno oštećenje tkiva,
- gastrointestinalne promjene,
- promjene u sustavnoj cirkulaciji.

Uz to mogu se razviti i drugi simptomi, pa nakon ujeda viperida možemo očekivati ovakav redoslijed simptoma:

- psihološka reakcija,
- reakcija tkiva u okolini ugriza,

- gastrointestinalne promjene,
- promjene u cirkulaciji,
- promjene centralnog i perifernog živčanog sustava,
- promjene funkcije bubrega,
- promjena dišnog sustava, angioneurotiki edem,
- promjene u procesu zgrušavanja krvi i kasniji simptomi.

Susret sa zmijom ako je iznenadan, pogotovo ako je uslijedio ujed izaziva strah, tjeskobu. to traje kratko vrijeme ali može biti pogubno. Postoji više slučajevima u kojima su berači šparoga ili berači grožđa naišli na zmiju otrovnicu, a koja ih nije ujela već su od šoka se srušili i umrli.

Etiološka terapija je primjena seruma protiv zmijskog otrova. Kod nas ga proizvodi Imunološki zavod Hrvatske, imunizacijom konja otrovom poskoka, a liječi otrovanja izazvana svim europskim ljuticama. Početna doza seruma protiv zmijskog otrova mora sadržavati 3000 jedinica koliko sadrži jedna ampula. Daje se intramuskularno odmah nakon ujeda ili intravenski u hitnim slučajevima ili zbog izražene reakcije. Intravenski serum se daje razrijeđen u obliku infuzije, polako, tako da cijelu količinu primi osoba u tijeku 30-60 minuta. Učinkovitost seruma je bolja što je kraći vremenski razmak između ujeda i primjene seruma (najbolja učinkovitost unutar 4 sata a učinkovitost je dokazana unutar 18 sati). Pošto se javlja mogućnost alergijske ili anafalaktičke reakcije (uzrokovana primjenom strane bjelančevine) pacijenta ne treba otpustiti iz bolnice najmanje tjedan dana nakon terapije.

3.3. OPNOKRILCI

Dvije trećine životinjskih vrsta su insekti s više od 1 milijun vrsta. Red opnokrilci (Hymenoptera) koji ima oko 250 000, žive praktički u svakom prostoru u kojem je moguć život pa su biološki najzanimljivija vrsta životinja, a među njima su i najznačajnije otrovne vrste. U Europi to su pčele (*Apidae*) i ose (*Vespidae*). U *Apidae* spadaju pčele (*Apis mellifera*) i bumbar (*Bombus*

terrestris) a u Vespidae obična osa (*Vespa vulgaris*) i stršljen ljuti (*Vespa crabro*)



Slika 16. stršljen i osa

3.3.1. Otrovan aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka

Ženke svih vrsta opnokrilca, koje se za razliku od mužjaka, legu iz oplodjenih jaja, imaju leglicu (ovipozitor) to jest organ za leženje jaja koji je kod dijela jedinki onih vrsta što žive u zajednicama evoluirao u žalac sa žlijebom kojim opnokrilac ubada i kroz koji ubrizgava otrov u tijelo lovine ili napadača. Pored toga njihov otrovni aparat se sastoji od otrovne žlijezde i Dufrove žlijezde to jest otrovnog mjehura u kojem se nakuplja otrov iz otrovne žlijezde. Spomenuti otrovni aparat je smješten ispod analnog otvora. prije uboda on se okrene ventralno i kad dirne žrtvu opnokrilac ubode žalac duboko u tijelo žrtve i kroz žlijeb žalca ubrizga otrov u ranu. Budući da pčela žalac ne može povući natrag (jer su žalci pilasto nazubljeni) cijeli taj otrovni aparat se iščupa iz tijela i pčela ugiba. Važno je znati da kod ose i stršljena taj žalac nije nazubljen, što znači da one mogu više puta ubosti.

Otrov ose je bezbojna tekućina, konzistencija bjelančevina, oštra i gorka okusa, aromatskog mirisa i kisele reakcije. Sadrži niskomolekulske spojeve, peptide, visokomolekulske spojeve, pretežno enzime.

Niskomolekulski spojevi :

- Histamin – koji kod kralježnjaka izaziva bol, proširenje i povećanu propustljivost kapilara na mjestu uboda
- Katekolamini tiramin, dopamin, adrenalin i noradrenalin koji djeluju na središnji živčani sustav beskralježnjaka.
- tu su još serotonin, acetilkolin, poliamini putrescin, spermidin i spermin.

U otrovu ose možemo naći peptide koji izazivaju degranulaciju mastocita u tkivu i oslobađaju histamin, serotonin i heparin. Enzime koje možemo pronaći u otrovu ose su: fosfolipaze A i B, hijaluronidaza, kiselna i alkalna fosfataza, kolinesteraza, proetaza i histidinkarboksilaza. Fosfolipaza, hijaluronidaza i fosfataze su i potencijalni alergeni koji mogu izazvati žestoku alergičnu reakciju kod osjetljivih osoba. Otrovi pčele sadrže niskomolekulske spojeve kao što su: histamin, dopamin i noradrenalin. A od peptida najviše ima melitina, gotovo 50 % količine pčelinjeg otrova. Djeluju kao prirodni detergent na stanične membrane i odgovoran je za pojavu boli nakon uboda. Od spomenutih opokrilaca najopasniji je otrov stršljena. Vrlo su agresivni i predstavljaju opasnost, nerijetko životnu, za ljude u okolini. Ubodi pčela i osa najčešći su u toplim mjesecima.

Nakon uboda ose ili pčele reakcija je u pravilu lokalna. To je bolan i crvenkasti edem čiji promjer je do 10 cm i u pravilu traje 24 sata. Sustavna reakcija nakon jednog uboda može biti toksična ili alergična. Nakon uboda u vrat ili glavu reakcija je u većini slučajeva opća. Prvi simptomi se javljaju već nakon nekoliko minuta od uboda i traju općenito od 4 – 24 sata, rijetko nekoliko dana ili tjedana. Najčešći simptomi su : svrbež, slabost i nemir. U težim slučajevima se navedenim simptomima pridružuju stezanje u prsima, mučnina, povraćanje, proljev, bol u trbuhu i vrtoglavica koje je popraćeno teškim disanjem, promuklosti, slabosti, zbunjenosti itd.. A u najgorim slučajevima dolazi do sniženja krvnog tlaka, cijanoze, kolapsa, gubitka svijesti itd.. Također zabilježeni su i neki simptomi kao što su : zatajenje bubrega, oštećenje središnjeg živčanog sustava.

Nakon uboda pčele u koži ostaje žalac zajedno s mjehurom iz kojeg i dalje izlazi otrov u ranu. Zbog toga je važno da odmah odstranimo žalac. Jedan ubod kod osoba koje nisu alergične na otrov u pravilu ne zahtijeva liječenje. Antihistaminik ublažava svrbež i razvoj lokalnog edema. Kod jake lokalne reakcije treba primijeniti antihistaminik i to tako dugo dok postoji svrbež i edem, dok kod jake sustavne reakcije trebamo primijeniti adrenalin i kortikosteroide. Ako se pak radi o ubodu u usnu šupljinu ili vrat, bolesnika trebamo hitno hospitalizirati jer edem u usnoj šupljini može izazvati gušenje. Također moramo hospitalizirati bolesnika koji je pretrpio više uboda i koja nam ukazuje na sustavu toksičnu reakciju.

3.4. CRNA UDOVICA

Broj vrsta paukova doseže čak 30 000 i premda sve vrste, izuzev njih nekoliko, imaju otrovne žlijezde. Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji samo su četiri roda otrova za čovjeka.

To su:

1. Pauci udovice (*Latordectus*)
2. Smeđi mediteranski pauk samotnjak (*Loxosceles*)
3. Brazilski lutajući pauk (*Phoneutria*)
4. Sidnejski pauk dupljaš (*Atrax*)

Crnu udovicu možemo naći do francuske, europskih i afričkih obala Sredozemlja preko Balkanskog poluotoka sve do juga europskog dijela SSSR-a. Ime je dobio po jarko crvenim pjegama koje se nalaze na kuglastom crnom truhu. Postoje čak i potpuno crni primjerci bez pjega. Važno nam je da znamo da otrovna samo ženka čija je dužina tijela do 1,5 cm. Mužjak nije opasan iako ima otrovne žlijezde, ali štikaljkama ne može probit ljudsku kožu, nema tijelo duljine 5 mm.



Slika 17. Primjerak ženke crne udovice sa crvenim pjegama

3.4.1. Otrovni aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka

Otrovni aparat kod crne udovice čine štipaljke kroz koje vode izvodni kanali, i otrovne žlijezde. Ovojnica žlijezde sadrži mišićne spojeve koje se prazne njihovim stezanjem. Važno je znati da se te žlijezde prazne voljno što znači da nas pauk može ugristi a da prilikom ugriza ne ispusti otrov. Štipaljke se nalaze na vrhu i trnovitog su oblika i jako su pokretne, što znači da pauk može osim ujeda ih i ispružiti i zadati ubod kao iglom. Otvori izvodnih kanala nalaze se na vrhu štipaljke.

Njihov otrov *latrodectusa* sadrži mnogo toksičnih spojeva, koji su pretežito bjelančevinaste prirode. Glavi toksin je skupina latrotoksina od kojih je samo alfa latrotoksin toksičan odnosno otrovan za čovjeka. To je neurotoksin koji je djelotvoran u tkivu sisavaca a uzrokuje povećanu propustljivost lipidnog sloja membrane stanica vezikula na živčanim završecima. To potiče oslobađanje neurotransmitora (acetilkolina i katekolamina) na neuronima središnjeg, perifernog i vegetativnog živčanog sustava. Također alfa latrotoksin sprječava ponovno punjenje vezikula. Na mjestu uboda otrov se resorbira i na početku se širi limfnim žilama a zatim krvožilnim sustavom, ali i znatna količina otrova ostaje na i oko mjesta uboda i tu se i razgradi. Pretežno se nakuplja u živčanom sustavu.

Moramo znati da pauk po svojoj prirodi nije agresivan i da će ugristi samo u samoobrani. Aktivan je noću pa se mogu dogoditi ugrizi ako spavamo na otvorenom. Najčešći ugrizi pauka su prilikom žetve, kod rada u vinogradu, radu sa sjemenom, pri čuvanju stoke i slično, ali od ugriza pauka stradavaju ljudi koji idu na izlete u prirodu ili vojnici koji se nalaze na terenskim vježbama ili ratnim operacijama. Crna udovica ne živi u gradovima i ujedi su česti tokom toplijih mjeseci ali se mogu dogoditi i tijekom cijele godine.

Ugriz crne udovice je površan i gotovo bezbolan tako da ga 50% ugrizanih osoba ne primijeti. Vrijeme pojave prvih simptoma od ugriza iznosi 10 - 60 minuta. Prvi znak je bol u limfnim čvorovima a nerijetko, crvene trake koje vode

do mjesta ugriza prema tim limfnim čvorovima, koji u pravilu budu otečeni i bolni. Nakon nekoliko sati pojavi se modrikastoljubičasti kolobar veličine novčića od oko 50 lipa oko bijelog područja na kojem je osjetljivost na dodir ili ubod igle povećana čak do bolnosti ili pak smanjenja. Opće stanje ugrizene osobe se vrlo brzo pogorša. Od limfnih čvorova se širi nepodnošljiva koja je praćena grčevima prema križima. Dok prsni koš i trbuh se sapinju. Temperatura tijela može biti povišena. Karakterističan izgled lica bolesnika u tom trenutku je: crveno je, zajapureno, stegnut je u bolnoj grimasi sa grčem žvačnih mišića i orošeno je znojem. Zjenice su proširene ili sužene. Također usne mogu biti otečene ili čak i slinjenje može biti pojačano ali češći je osjećaj suhoće u ustima.

Rad srca je na početku otrovanja ubrzan, a kasnije je usporen. Zabilježeno je i povišenje krvnog tlaka i to više dijastoličkog nego sistoličkog. Naravno toksin djeluje i na dišni sustav gdje dolazi do jačeg lučenja sekreta, a nisu ni zanemarivi grčevi u predjelu mišića prsa, trbuha i ošita, a to sve dovodi do pomanjkanja zraka te do ubrzanog i plitkog disanja. Niti probavni sustav nije pošteđen otrovanja pa iz tog razloga veliki dio bolesnika osijeća mučninu i povraća. Tipičan je gubitak teka. Toksin mijenja i propustljivost hematocefalne i hematolikvorne zapreke što povisuje tlak moždane tekućine te uzrokuje jaku glavobolju.

Mjesto ugriza se ne smije tretirati incizijom, isisavanjem ili podvezivanjem. Bol na početku možemo ublažiti ako ranu hladimo ledom. Otrov latrodektusa je specifičan i antigen, pa ga se može liječiti antitoksičnim serumom. Ako ga damo intramuskularno, bolesnik može ozdraviti kroz nekoliko sati. Možemo ga primijeniti i intravenozno ali mora biti razrijeđen u omjeru 1:10 u fiziološkoj otopini NaCl. Toksin latrodektusa ne veže se čvrsto u organizam pa iz tog razloga serum djeluje brzo. Doza seruma je navedena na pakiranju i jednaka je za djecu i odrasle. Anafalaktičke i alergijske reakcije su rijetke ali opet postoji mogućnost da dođe do takvih reakcija. Kod jako osjetljivih osoba, djece ispod 16 godina i starijih iznad 65 godina rezultat trovanja može biti smrtonosan.

3.5. ŠKORPION

Škorpione možemo naći pretežito u tropskim i toplim područjima, najviše unutar područja unutar 50 stupnjeva južno i sjeverno od Ekvatora. Većina vrsta živi u šumama i pustinjama a neke čak žive na visi od 5000 metara, a rijetko koje vrste se zadržavaju oko ljudskih naselja. Od oko 1400 vrsta koliko je poznato samo nekoliko je otrovno. Spomenut ću škorpione koji žive na području balkanskog poluotoka, a to su škorpiona *Euscorpium*: *E. carpathicus* ili štipavac obični, zatim nešto veći *E. italicus* (naraste do 5 cm) i puno manji *E. germanicus* koji se nalazi u sjevernim područjima. Škorpioni love noću, hrane se insektima i akarima. Mogu preživjeti bez vode i hrane čak nekoliko mjeseci.



Slika 18. Štipavac obični

3.5.1. Otrovní aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka

Otrovni aparat u škorpiona se sastoji od šuplje bodlje koja se nalazi na vrhu repa i dviju žlijezda smještenih u zadnjim segmentu stražnjeg dijela zatka, od kojih vode izvodni kanali do vrha bodlje. Prilikom ubadanja škorpion okreće rep u vis i naprijed. Otrov škorpiona je neurotoksičan. Sadrži toksične polipeptide koji remete promet natrija i kalija na neuromuskularnim receptorima središnjeg živčanog sustava i vegetativnog živčanog sustava. To uzrokuje oslobađanje katekolomina i acerilkolina. Ostali dijelovi otrova djeluju hemolitički, kardiotoksično, pankreatoksično, koagulopatski i poput antikolinesteraza.

Otrov škorpiona iz roda *Euscorpius* nije jako toksičan, pa ubod nije jako bolan. Na mjestu uboda razvije se mala kvržica koja svrbi, a okolina se blago zacrveni. U pravilu ubod nije teži od uboda komarca, ali kod posebno osjetljivih osoba može poremetiti opće stanje s pojavom znojenja, mučnine, grčeva, povraćanja te hematurije. Otrovi *M. gibbosus* je vrlo toksičan. Naima pokusi na zamorčicima pokazali su da mjestu uboda nema nikakve reakcije, ali su životinje imale jake grčeve, slinile su, suzile što nam ukazuje na djelovanje otrova na vegetativni živčani sustav. Od kardiotoksičnih učinaka ustanovljena je brakikardija i promjene u EKG-u.

Protiv otrova nekih vrsta škorpiona proizvodi se antitoksični serum. Nakon uboda naših škorpiona liječenje u pravilu nije potrebno. Mjesto uboda možemo hladiti ledom čime usporavamo resorpciju otrova. Nakon uboda otrovnih *Buthida* daje se infuzija fiziološke otopine NaCl, te pratimo vitalne funkcije i dajemo bolesniku zaštitu od tetanusa.

3.6. RIBE

Od ukupno 20 000 nama poznatih ribljih vrsta, otprilike oko 1000 se smatra otrovnim. Od tih 1000 otrovnih 200 su otrovnice. RIBE otrovnice imaju otrovni aparat sa žljebastim bodljama u kojima se nalaze otrovne žlijezde. U Jadranu žive ribe otrovnice koje pripadaju redu ligača ili ražolika (*Rajiformes*), porodici paukovki (*Trachinidae*) i porodici škripinki (*Scorpienidae*). Neki među ribe otrovnice također ubrajaju i murine (*Muraenae*) iako te ribe nemaju otrovne bodlje, otrovne zube niti otrovne žlijezde, ali je njihov ugriz štetan zbog traumatskog učinka.

3.6.1. Poligače ili ražolike

Predstavnice reda ražolikih u Jadranskom moru su žutulje (*Dasyatidae*) i golubanke (*Myliobatidae*). To su ribe koje vole plitke tople vode s pješčanim dnom u kojem se rado ukopavaju. Ljeti dolaze blizu obale radi mriještenja. Kod

nas žive: žutulja čavlara, veliki šunj, žutulja ili šiba drađrep koja može narasti do 4 metra, morska šiba, šunj, žutulja prava narastu do 2 metra i najčešći je predstavnik svog roda kod nas, žutulja dugorepa ili šunj dugorepac (*T. centroura* ili *T. brucco*), koja naraste do 1 metra, žutulja ljubičnjača (*t. violacea*) koje se može naći i na otvorenom moru blizu površine, ljubičaste je boje, dužine 1,25 metara, te pazdrk ili morska leptirica (*Pteroplatea altavela*), koja ima kraći rep od ostalih žutulji i naraste do 1,40 metara.

Iz porodice golubanki u Jadranu žive: golub kosir ili morsko oko (*Myliobatis aquila*) koji je s leđne strane sivkasto zelen i preljeva se u bakrenasto, može težiti 120 kilograma, a dugačak je do 2,4 metra, golub ćukan ili golub šarenac (*M. bovina*), on je još veći, čak 2,6 metara; morski vrag, golub uhati, uhan ili golema manta (*Cephaloptera giorna*), naraste do 5 metara, na glavi ima dvije izrasline slične uškama. Kod nas je rijedak, uglavnom živi u Atlanskom oceanu.

3.6.1.2. Otrovní aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka

Otrovní aparat žutuljki i golubanki sastoji se od jedne, dvije ili tri bodlje, otrovnih žlijezda i ovojnice. Bodlja može biti duga i nekoliko desetaka centimetara to pak ovisi o vrsti i starosti ribe. Bodlje su smještene na leđnoj strani korijena repa. Ako se bodlja slomi, naraste nova bodlja. Bodlja žutuljke je u obliku šiljka, na rubovima je nazubljena i ima kukice kao strelice. S donje strane smješteni su žljebići u kojima se nalazi otrovna žlijezda, a sve je ovijeno ovojnicom. Prilikom uboda poligače okrenu rep prema gore i bodljom gađaju žrtvu. Oštri šiljak duboko prodire u ranu, nazubljeni rubovi se proširuju i rastrgavaju, a ovojnica bodlje se skida, a otrov se zbog pritiska iscjeđuje u ubodnu ranu. Ubodi su jako brzi, a snaga im je jako velika (kažu da se velika žutulja bodljom može probiti manji drveni čamac).

Postoje razlike u otrovnosti, a to ovisi ako je otrovni aparat cjelovit i neoštećen, posljedice uboda su mnogo teže nego nakon uboda ribe čija je bodlja oštećena od prijašnjih uboda.

Otrov poligača je bistar, sivkast, ribljeg okusa i mirisa po amonijaku. To je mješavina enzimskih aktivnih termolabilnih bjelančevina. Sadrži hijaluronidaza, nukleotidaze i fosfodisteraze. može poremetiti rad srca i cirkulaciju djelujući vjerojatno na miokard. kod uboda žutuljki i golubovki prevladavaju lokalni simptomi: jaka bol s dubokom razderanom i nekad višekратно ubodenom ranom, opsežnija od ubodne rane drugih riba otrovnica. Pojavljuje se crvenilo i oteklina, ali manje nego kod uboda paukovki, zatim osjećaj utrnulosti i mravci okolo rane. Od općih znakova pojavljuje se mučnina i znojenje, tjeskoba, proljev, poremećaji u disanju, smetnje vida, grčevi, poremećaji ritma srca i šok. Ubodi u vitalne organe kao npr. srce ili trbušnu šupljinu mogu izazvati smrt.

3.6.2. Paukovke

Paukovke su najotrovnija riba Jadranskoga mora, Baltika, Sjevernog mora, istočnog Atlantika i Sredozemnog mora sve do Azovskog i Crnog mora. U Jadranu žive četiri vrste pauka: pauk bijelac, bilac, pauk prižnar, ili pauk pjekuljar (*Trachinus draco ili lineatus*), pauk mrkulj, mrkan, grebenaš ili pagan (*T. radiatus*), pauk crnožig, crnac, ili pagan (*T. araneus*) i pauk žutac (*T. vipera*).

Pauk bijelac je najčešći od naših paukova i u kod nas izazova više od 90% uboda od morskog pauka. Živi u vodama s pjeskovitim dnom u kojima se voli ukopavati. Pauk mrkulj je nastanjuje kamenito primorje. Veći je od pauka bijelca, a manji od pauka mrkulja, ima debelu kožu od koje ribari rade mamce. Pauk žutac je najmanji, naraste do 14 centimetara, ali se smatra najotrovnijim paukovima.



Slika 19. Pauk bijelac

3.6.2.1. Otrovnii aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka

Pauk nosi otrovne bodlje u prvoj hrptenoj peraji, koje su crne boje, te u bodljama na objema škržnim poklopcima. Otrovnih hrptenih bodlji ima 5-6, a najrazvijenija su druga i treća koje kod velikih primjeraka mogu biti duge do 2,4 cm. Imaju oblik trokutastog sječiva koplja sa oštrim vrhom podijeljenog uzdužnim i središnjim grebenom na dva dijela. Otrovne žlijezde se nalaze u postraničnim žljebićima bodlji i prekrivene ovojnicom. Kada pauk ubada, zbog pritiska puca ovojnica otrovnih žlijezdi i otrov bude istisnut u ranu.

Otrov je prozirna modrikasta tekućina, ribljeg okusa i mirisa po amonijaku, žešći je u mužjaka, posebno ljeti za vrijeme mrijesta. U odnosu na smrtnu dozu kod pokusnih životinja otrovnost mu je jednaka zmiji riđovki. Otrovi je također mješavina termolabilnih bjelančevina koje dovode do lokalnog oštećenja tkiva ali ne djeluju na neuromuskularnim receptore. Uzrokuju respiratorne smetnje, sniženje krvnog tlaka i promjene srca. Na mjestu ulaska otrov izaziva nekrozu tkiva. Najopasniji ubodi su u glavu, vrat ili krvnu žilu.

Glavni simptomi uboda su bol na i oko mjesta uboda. Intenzivna bol se javlja odmah nakon uboda, postaje sve jači, a nakon 10 minuta do pola sata postaje

nepodnošljiv šireći se od mjesta uboda npr. prsta na cijelu šaku, podlakticu ili čak do ramena. Rana uglavnom dosta krvari te može nateći. Oteklina se širi na šaku koja postaje jastučasto otečena, ali se može proširiti i na lakat i do ramena. Oko ubodne rane stvaraju se mjehurići ispunjeni bistrim sadržajem. Osim boli na mjestu uboda, može nastati i osjećaj utrnulosti, a u bolesnom udu toliku slabost da ga bolesnik ne može pomaknuti. Ako se ne liječi bol obično traje obično dva do četiri sata, a oteklina nekoliko dana, često dulje čak od dva mjeseca. Unatoč bolnim i neugodnim znakovima prognoza za bolesnika je uglavnom dobra.

3.6.3 Škrpinke

Predstavnici škarpina žive u svim morima, a najotrovnije vrste žive u južnima. U Jadranskom moru je porodica škarpina zastupljena ovim vrstama: velika crvena škarpina (*Scorpanea scrofa*), škarpun, krpoč ili bodež crni (*S. porcus*), crvena škarpinica (*S. notata*) i bodečnjak mali (*Sebastes mederenis*). Velika crvena škarpina može biti do 30 centimetara, a zadnje dvije vrste ne mogu narasti dulje od 20 cm, odnosno 13 cm.



Slika 20. Velika crvena škarpina

3.6.3.1. Otrovnii aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka

Otrovni aparat je sličan aparatu paukovki. Škrpina ima više otrovnih bodlji i to do 13 hrptenih, 3 analne i 2 trbušne. Bodlje imaju postrane žljebiće u kojima se nalaze otrovne žlijezde koje se također prazne pucanjem ovojnice zbog pritiska pri ubodu. Bodlje na škržnim poklopcima nisu otrovne, nemaju otrovnih žlijezda ni žljebića. Otrov naših škrpinkii ima slično, ali slabije djelovanje od otrova paukovki. Nakon uboda javlja se bol crvenilo i oteklina.

3.6.3.2. Liječenje

U ovom poglavlju govorit ću o liječenju uboda žutuljki, golubankii, paukovki i škrpinkii, a ono je u načelu jednako. Najprije iz rane moramo izvadite sve zaostale dijelove otrovnog aparata iz rane. Kao šta sam već i spomenuo otrov riba je termolabilan, pa ubodeni dio treba uroniti u vruću vodu (50-60°), odnosno toliko toplu koliko ubodeni može izdržati a da ne bude opečen, tijekom 30-90 minuta. Kod uboda morskih paukova, škrpina i poligača, bol zna sasvim prestati nakon 10 minuta, a oteklina još ostaje. Nakon uboda poligača bez obzira dali je jak ili slab treba primijeniti antitetanusi serum.

3.7. ŽARNJACI ILI MJEŠNICI

To su morske životinje koje imaju građu tijela poput mješnice koja prema gore završava usnim otvorom okruženim lovkama kojima hvata plijen. Lovka ili hvataljke su prepune milijunima žarnih stanica ili žarnika koji tvore njihov otrovni aparat. Među njima su otrovnice razreda prave meduze, morski klobuci ili režnjaci (*Scyphozoa*) i vlasulje ili moruzgve (*Actinia*). U Jadranu živi nekoliko vrsta otrovnih pravih meduza, kao što su morska mjesečina (*Pelagia noctiluca*), klobuk uhati (*Aurelia aurita*), morska pluća (*Rhizostoma pulmo*) i golemi klobuk (*Cotylorhiza tuberculata*) čija je otrovnost sporna. Tijelo pravih meduza sastoji se od hladetinaste tvari koja sadrži do 98% vode. Imaju klobuk koji pluta ispod ili na samoj površini, a s njegova ruba pružaju se tanke lovke. Usta se nalaze sa donje strane klobuka na dužem ili kraćem dršku koja se nastavlja u jednjak i želudac. Mišići su osobito razvijeni u lovkama i donjem djelu klobuka.

Vlasulje ili moruzgve su pričvršćene na dno podnožnom pločom, tijelo je kratko i cilindrično, a gore, oko usnog otvora, grana se u vijenac lovki. U Jadranu je najbrojnija smeđa vlasulja (*Anemonia sulcata*), maslinastozelene je boje, a lovke joj mogu sezati i do 20 centimetara u promjeru. Druga najbrojnija vrsta je crvena vlasulja (*Actinia equina*) koja se rado sadržava na područjima koja za vrijeme oseke ostaju na suhom. Tada se skuplja u crvenu polukuglu s usnim otvorom na vrhu pa je Talijani zovu morskom rajčicom. Pod vodom se otvara i širi svoje grimiznocrvene lovke. Zelena vlasulja (*Actinia cari*) je vrlo otrovna ali nije tako česta. Od ostalih vlasulja otrovnica spomenut ću *Sagaritu rhododactilos* koja živi u dubini, a poznata je po prpmjenama koje izaziva na koži spužvari i plaštana moruzgva (*Adamisa palliata*) koji živi pričvršćena u kućici račića samca i poznata otrovna vlasulja *Callactis parasitica*.

3.7.1. Otrovni aparat, sastav otrova i mehanizam otrovnog učinka

Otrovni aparat mješinaca čine žarnici kojih može biti i više od 6 milijuna kao što je slučaj sa smeđom vlasuljom. Žarnik se sastoji od kreatinske čahurice (

nematocista), ispunjene otrovom, i ubodnog aparata (knidocila). Kad žarnik dirne tijelo žrtve, knidocil izlazi iz kapsule i ubada žrtvu ubrizgavajući joj otrov. Sve se to događa vrlo brzo, kod nekih mješnica u tisućinki sekunde.

Otrov žarnika je mješavina vazoaktivnih amina (histamin, serotonin i dopamin), prostaglandina, toksičnih i antigenih polipeptida i enzima patogenih za čovjeka. Otrova djeluje toksično i alergijski.

Simptomi uboda žarnjaka mijenjaju se od najlakšeg , lokalnog, do najtežeg tj. do smrti. Ubodeni osjeća iznenadnu jaku prodornu bol (kao da ga je udarila struja), a zatim slijede znakovi akutne upalne reakcije. Promjene na koži su često otisci krakova vlasulje ili meduze, zatim samo klobuka ili cijele meduze. Nakon bola javlja se svrbež koji može trajati i dulje od jednog tjedna i pogoršavati se češanjem. Od općih simptoma mogu se pojaviti urtikarija, suzenje, sekrecija iz nosa, malaksalost, glavobolja, pospanost, vrtoglavica, povraćanje, proljev a može doći do zastoja srca. Smrt može biti posljedica utapljanja.

Mjesto uboda treba isprati hladnom morskom vodom, a zatim alkoholom i 2-10% octenom kiselim odnosno običnim octom, koji će fiksirati neeksplozirane žarnike u koži. Slatka voda se ne smije upotrijebiti, a trljanje pijeskom ili uljem može pogoršati stanje. Ako ubodeni pokazuje opće simptome preporučljivo je primijeniti antihistaminike i kortikosteroidie. U lakšim slučajevima bol se suzbija analgeticima.



Slika 21. Smeđa vlasulja

3.8. OTROVI GLJIVA, PLIJESNI I MIKROORGANIZAMA

Kod otrovanja otrovnim gljivama razlikujemo otrovanja gljivama s kratkim periodom latencije (od unosa do pojave prvih simptoma) te otrovanje s dugim periodom latencije. Otrovanja otrovnim gljivama s kratkim periodom latencije do pojave prvih simptoma ispoljavaju uglavnom gastrointestinalni sindromi a simptomatsko liječenje navedenih tegoba završava potpunim ozdravljenjem. Otrovanje otrovnim gljivama s dugim periodom latencije ima puno težu prognozu i nakon dugo vremena do pojave prvih simptoma (najčešće duže od 8 sati), nekada završavaju i smrtno. Kod nas najčešće otrovne gljive su: Bljuvara, crvenjača, ludara, muhara, otrovna zavodnica, panterova muhara, zelene pupavka, zelenka, žućkasta pupavka.



Slika 22. Gljiva ludara.

Kod trovanja s gljivama sa kratkim periodom latencije pojavljuju se simptomi kao što su: mučnina, povraćanje, halucinacije, te ubrzani ili usporeni ritam srca. Dok trovanje gljivama sa dugim periodom latencije se javljaju simptomi kao što su: povraćanje, mučnina, grčevi u truhu i proljevima.

Liječenje otrovanja bakterijski kontaminiranim gljivama je simptomatsko. Otrovanje gljivama s kratkim periodom latencije se liječi rehidracijom, korekcijom elektrolitskih poremećaja, primjenom antiemetika što rezultira

poboljšanju općeg stanja u narednim danima. Otrovanje gljivama sa dužim periodom latenije obuhvaća nekoliko pristupa. Prvi osnovni pristup je prekid uzimanja gljiva ukoliko su se javili kod nekog znaci trovanja. Vrlo je važna adekvatna rehidracija (budući da je gubitak tekućine u fazi gastrointestinalnog sindroma vrlo velik). Kod otrovanja gljivama iz roda giromitra (njihov toksin je monometilhidrazin) primjenjuje se pridoksin intravenozno u slučaju grčeva, a u slučaju pojave methenoglobinemije korisno nam je upotrijebiti metilno modriilo. Ako se pak radi o otrovanju gljivama iz roda pupavki onda u pravilu trebamo primjenjivati penicilin. To nam omogućuje inhibiciju i sprječavanje vezanja citotoksina amanitina s haptenom na receptore stanice.



Slika 23. Proljetni hrčak (gljiva iz porodice giromitra)

3.8.1. Plijesan

Plijesan su velika skupina mikroskopskih gljiva, čije je tijelo građeno od gustog sustava cjevastih stanica bez klorofila, obično bezbojnih. Iste uglavnom kao saprotrofi na različitim organskim tvarima. Najpoznatije su **zelene** i **sive** (crne) plijesni. Najveći broj zelenih plijesni zapravo je nespolni stadij životnoga ciklusa mnogih askomiceta (gljive). među kojima se nalaze vrlo značajni organizmi kao što je vrsta kistaca, *Penicillium notatum*, iz koje je izoliran penicilin. Plijesni su u stalnoj borbi s bakterijama oko hrane. Da bi se oslobodile

bakterija, luče tvari koje su otrovne za bakterije. Te tvari su poznate pod imenom antibiotici. Nitaste su građe. Možemo ih podijeliti na:

- a) plijesni s polja,
- b) plijesni u skladištima,
- c) plijesni uznapređovalog kvarenja.

Plijesni na prirodnim staništima obuhvaćaju vrste iz rodova **Alternaria**, **Helminthosporium**, **Fusarium**, **Rhizopus**, **Cladosporium** i **Chaetomium**. Dok su najčešći rodovi koji rastu u skladištima: **Penicillium**, **Aspergillus** i **Mucor**. Iako većina plijesni koji su opasni po čovjeka rastu u skladištima, ipak su biološko aktivni metaboliti plijesni s prirodnih staništa znatno toksična za ljude i životinje. Istaknut ćemo tri roda plijesni – **Aspergillus**, **Penicillium** i **Fusarium**. Ergotizam i alimentarna toksična aleukija su najpoznatiji primjeri miotoksini za koje su odgovorne plijesni s prirodnih staništa.

3.8.2. Mikroorganizmi

Mikroorganizmi ili mikrobi je skupni naziv za bakterije, arheje, gljive i protiste (praživotinje), vidljive pod mikroskopom. Znanost koja ih proučava zove se mikrobiologija. Prema međudjelovanju sa organizmom-domaćinom, tj. sa čovjekom, životinjom ili biljkom, mikrobi se svrstavaju u nekoliko skupina: simbionti (korisni), paraziti (štetni), komenzali, ili slobodnoživući.

Paraziti: uzimaju resurse za rast od organizma-domaćina tijekom čega uglavnom štete njegovom zdravlju. U tom slučaju i ih nazivamo i patogenima, uzročnicima zaraznih bolesti, (grč. páthos - bolest; génsis - postanak). Bolest mogu izazvati razmnožavanjem unutar organizma, ili indirektno, kroz kvarenje prehrambenih namirnica (npr. u botulizmu).

Komenzali: obitavaju u ili na organizmu domaćina, s kojim nemaju poznate interakcije ("indiferentni"). Riječ dolazi iz latinskog i znači "jedu za istim stolom". Također ih zovemo i fiziološkom florom domaćina. Kod čovjeka obitavaju na

koži, usnoj i nosnoj sluznici, crijevima i donjem dijelu spolnog sustava kod žena, npr. *Escherichia coli* ili *Bifidobacterium*.

Simbionti: obitavaju u ili na organizmu domaćina gdje obavljaju neku domaćinu korisnu funkciju. Primjer su simbioze bakterija sa nekim vrstama bilja, uglavnom mahunarkama gdje bakterije obavljaju fiksaciju dušika iz zraka. Simbioza je i lišaj koji se sastoji od mikroorganizma jednostanične alge ili cijanobakterije (modrozelenne alge), i gljive, gdje mikroorganizam vrši fotosintezu. Neke od komenzalnih bakterija u čovjeku se mogu smatrati i simbiontima jer kompeticijom za hranu ili utjecajem na kemiju okoliša otežavaju rast patogenih mikroorganizama, npr. rod *Bifidobacterium* koji stvara mliječnu kiselinu na vaginalnoj sluznici.

Slobodnoživući mikroorganizmi: u prirodi nalaze se nevezano od ikakvog organizma-domaćina. Pod određenim okolnostima neki od prvenstveno slobodnoživućih mikroorganizama mogu postati patogeni, npr. uzročnik kolere *Vibrio cholerae*.

Mikroorganizmi se koriste za razne industrijske procese, primjerice u:

- prehrambenoj industriji: proizvodnja mliječnih prerađevina, proizvodnja piva, vina i alkohola
- farmaceutskoj industriji: proizvodnja lijekova, najčešće antibiotika - npr. bakterije *Streptomyces rimosus*, *Pseudomonas fluorescens*.
- poljoprivredi: obogaćivanje tla dušikovim spojevima preko sadnje djeteline ili mahunarki koje u korijenu sadrže dušik-fiksirajuće bakterije iz rodova kao npr. *Rhizobium*, *Sinorhizobium* ili *Frankia*.
- pročišćavanju otpadnih voda.

4. PESTICIDI

Pesticidi naziv je za tvari za suzbijanje štetnih organizama. Mogu biti sintetičke kemijske tvari ili (rijetko) i prirodnog podrijetla. Uglavnom su pesticidi toksične tvari kojima je namijena selektivno uništavanje štetnika. Na području zaštite bilja, pesticidi su sredstava za zaštitu bilja a na području dezinfekciji oni se nazivaju biocidi. Pesticidi su i sredstva za privlačenje (atraktanti) i odbijanje kukaca, ptica i sisavca primjerice uz pomoć spolnih hormona (feromoni). Mnogi pesticidi djeluju štetno za ljude a mogu uzrokovati akutni ili kronična trovanja. Češće u zemljama u razvoju ili kod osoba koje ih rabe ne-stručno.

Podjela pesticida prema djelovanju na ciljane organizme:

- Insekticidi – za kontrolu infestacije insekata
- Fungicidi – za kontrolu gljivičnih oboljenja
- Herbicidi - za kontrolu korova
- Limacidi – za kontrolu puževa
- Nematocidi – za kontrolu glista
- Korvifungi – za odbijanje napada ptica
- Rodenticidi – za kontrolu glodavaca
- Akricidi – za kontrolu grinja

4.1. Insekticidi

Insekticidi su sredstva za uništavanje kukaca a dijelimo ih u slijedeće skupine:

- a) Respiratorne** – kukci ih primaju udisajem; tu spadaju plinoviti cijanovodik (Zyklon A/tekući/ i B/kruti). Djeluje tako da inhibira disanje stanica blokadom fermenta disanja. Još se koriste lako hlapljive tekućine: tetrakorugljik, sumporouglijik, metilbromid. Sva ova sredstva su otrovna za čovjeka.

- b) gastrointestinalni insekticidi** – djeluju u probavnom traktu, ako ih kukci pojedu s hranom, npr. spojevi arsena topljivi fluoridi, talij sulfat, nikotin. ova sredstva su za čovjeka izuzetno otrovna.
- c) kontaktni insekticidi** – kukce ubijaju već pri dodiru s njihovom površinom, prolaze kroz hitin i trzalne organe te se šire njihovim živčanim sustavu. Esteri tiofosforne kiseline su inhibitori kolinesteraze, pa na kukce djeluju toksično ne samo kontaktom nego i udisanjem.

Insekticidi su organofosforni spojevi koji se dijele po otrovnosti na spojeve male, srednje, visoke i ekstermno otrovne spojeve. Mehanizam otrovnog djelovanja je dobro poznat, OFI uzrokuje inhibiciju enzima acetilkolinesteraze njegovom fosforilacijom i time uzrokuju nakupljanje neurotransmitora acetilkolina na živčanim završecima. Acetilkolinesteraza (AchE) je uključena u sinaptički prijenos impulsa, ali se nalazi i na vanjskoj strani membrane eritrocita, a u manjoj količini se nalazi i u plazmi. Fiziološka uloga AchE u eritrocitima je nepoznata. Serumna kolinesteraza hidrolizira butirilkolin i razlikuje se od eritrocitne. Premda se serumna kolinesteraza (ChE) inhibira organskofosforinim spojevima i karbamatima čak učinkovitije od AchE, njena inhibicija ne odražava inhibiciju acetilkolinesteraze u sinapsama. Zbog toga sniženje ChE smatramo biljekom izloženosti, ali ne i toksičnosti. Kod ljudi neurotransmitor acetilkolin se nalazi na krajevima svih postgaglijskih parasimpatičkih živaca (muskarni receptori) na neuromuskularnom spoju (nikotinski receptori) i u autonomnom živčanom sustavu, simpatičkim i parasimpatičkim ganglijama. Smanjena aktivnost acetilkolin esteraze rezultira ekscesivnoj živčanoj stimulaciji što može dovesti do poremećaja i smrti. Zato klinička slika OFI rezultira nakupljanjem acetilkolina na živčanim završecima. Neki od simptoma su: cijanoza, edem, obilno znojenje, suženje, mučnina, povraćanje, nejasan vid, opća slabost, bljedilo, smetenost, glavobolja, zbunjenost, tremor, slaba koncentracija itd..

4.1.1. Liječenje

Otrovanje organofosforskim insekticidima spada među teška otrovanja s mogućim smrtnih ishodom pa je vrlo važno odmah započeti aktivno liječiti bolesnika. Prvo trebamo uspostaviti prohodnost dišnih puteva i moramo obratiti pozornost na slabost respiratorne muskulature jer postoji opasnost od naglog reparativnog zastoja. Kako bi spriječili apsorpciju trebamo ispirati želudac i primjenjivati aktivni ugljen da se još više smanji aktivna apsorpcija još postojećih količina organskofosfata u probavnom sustavu. Koristimo i neke specifične protuotrove kao što su: Atropin, oksimi, pralidoksim, obidoksim, asoksim.

4.2. Rodenticidi

Oni se rabe za uništavanje malih glodavaca, kao što su štakori, glodavci i slično. Idealan rodenticid bi trebao djelovati toksično na glodavca, a biti neotrovan za ljude. Dijelimo ih u tri kategorije: niske otrovnosti, umjerene otrovnosti i visoke otrovnosti. Također ih dijelimo prema kemijskoj pripadnosti i to u slijedeće skupine:

- Anorganski rodenticidi (talij, fosfor, arsen, barijev karbonat, cinkov fosfid)
- organski rodenticidi (natrijev fluoroacetat, alfa-naftiltioureja, varfarin, strihin, norbromid, piridimetil nitrofenilureja)

Rodenticidi niske otrovnosti za ljude su :

- a) **Antikoagulacijska sredstva** – ova sredstva se najčešće se rabe kao rodenticidi a niske otrovnosti su za ljude
- b) **Norbromid** – ovo sredstvo dovodi do konstrikcije glatkih mišića što pak dovodi do generalizirane vazokonstrikcije kod štakora sa smrtnim ishodom dok kod ljudi nije zapažena otrovnost.

Rodenticidi umjerene otrovnosti za ljude su:

- a) **Alfa naftil tioureja** – ovo sredstvo dovodi do edema pluća štakora, a ako se čovjek otruje sa ovim sredstvom može razviti simptome hipotermije, edem pluća itd..
- b) **Kolekalciferol** – Ovo sredstvo (Vitamin D_3) kod štakora i kunića mobilizira kalcij iz kostiju i dovodi do hiperkalcifikacije u srcu, krvožilnom

sustavu, plućima, bubrezima, želucu što rezultira smrtnim ishodom unutar 2 do 5 dana, ali kod ljudi nije opisano teže trovanje ili smrtni ishod.

Rodenticidi visoke otrovnosti za ljude su:

- a) **Natrijev monofluoracetat** – kod životinja se pokazuje na dva primarna organa: središnjem živčanom sustavu i miokardu. Kod ljudi se mogu javiti konvulzije i komatozno stanje i liječi se tako da se ispire želudac magnezijevim sulfatom i potom se primjenjuje aktivni ugljen a nakon toga laksativ. Protuotrov za sada ne postoji.
- b) **Cinkov fosfid** – Kada ovo sredstvo dođe u kontakt s vodom ili želučanom kiselinom, iz spoja se oslobađaju fosfin i cink. Ako čovjek dođe u kontakt sa ovim sredstvom dolazi do mučnina i povraćaja, postaje razdražljiv i znoji se, cirkulacijski kolaps, aritmiju srca a može razviti i neke neurološke simptome. Liječenje se također sastoji od ispiranja želuca, primjenjuje se laksativ i antagonis H_2 receptora intravenoznim putem, razrađuje se sadržaj želuca otopinom $NaHCO_3$, mlijekom ili vodom.
- c) **Bijeli fosfor** – ovo je sredstvo vrlo otrovno i rijetko se upotrebljava. Otrovanje je najčešće slučajno pogotovo kod djece. U prvom stupnju može izazvati opekline kože II i III stupnja. Otrovan je za jetru i probavni sustav i ako ga unesemo u organizam probavnim putem, dovodi do mučnine i povraćanja (povraćeni sadržaj ima miris češnjaka). U drugom stupnju trovanja nastupa period bez tegoba, koji može trajati tjednima i u trećem stupnju trovanja dolazi do promjene miokarda, središnjeg živčanog sustava, probavnog sustava, jetre i bubrega. Liječi se ispiranjem želuca s kalijevim permanganatom ili primjenom 2%-tne otopine vodikova peroksida koji bi trebao fosfor pretvoriti u oksid koji nije štetan za organizam čovjeka, zatim trebamo primijeniti aktivni ugljen i nakon toga laksativ od mineralnog ulja.

5. OTROVI U HRANI

Infekcije putem kontaminirane hrane mogu uzrokovati mnoge bakterije i neke viruse kao npr. salmonela, šigela itd.. Trovanje hranom se danas javlja kao sporedna bolest i predstavlja veliki zdravstveni problem jer je broj oboljelih i umrlih od trovanja hranom porastao višestruko u zadnjih dvadeset godina. Uzroci su mnogobrojni a između ostalog tome pridonose i industrijska masovna proizvodnja hrane, suvremene demografske promjene, smanjeni imunitet populacije zbog duže životne dobi, pojave HIV infekcije, promjena ponašanja u prehrani i adaptacija mikroorganizama.

5.1 Otrovanje enterotoksinom stafilokoka

Stafilokokno trovanje hranom nastaje zbog ingestije enterotoksina kojeg stvaraju toksigeni sojevi *Staphylococcus aureus*. Zlatni stafilokok je poznati uzročnik gnojenja, a oko polovice njegovih sojeva luči enterotosin. Koagulaza-negativni safilokoki rijetko stvaraju enterotoksin. Postoji najmanje pet antigeno različitih stafilokoknih enterotoksina koji su označeni slovima A-E, a najčešće su otrovanja uzrokovana A i D tipovima toksina. Stafilokokni toksini su polipeptidi toplivi u vodi, niske molekulske mase. Glavna im je značajka da su termostabilni pa izdrže kuhanje na 100 °C kroz 30 minuta, dok u hladnjaku ostaju neoštećeni nekoliko mjeseci. Otrovanje će nastati samo onda , ako je stafilokokima zagađena hrana takvog sastava da se u njoj mogu stafilokoki razmnožavati te mora odstajati na sobnoj temperaturi nekoliko sati. Obično su to kreme, sladoledi, ali i mesni proizvodi, krumpirova salata i majoneza. Hrana u kojoj se nalazi stafilokokni enterotoksin redovito je normalnog izgleda i dobrog okusa.

Način djelovanja stafilokoknog enterotoksina nije posve jasan. Očito je da utječe na središnji živčani sustav zbog jačine povraćanja koju izaziva. Vrijeme latencije od ingestije zagađene hrane do prvih simptoma je kratko (1-6 sati). Bolest počinje naglo, a prvi simptom je obično pojačano lučenje slina. Zatim slijede mučnina i povraćanje, grčevi u truhu i proljev. Vrućica u ovom slučaju ne postoji, osim ako nije prisutna neka komplikacija. Stolica je vodenasta, a u rijetkim slučajevima se mogu vidjeti krv i sluz u povraćenom sadržaju ili stolici. Kod jače dehidriranih bolesnika treba provesti parenteralnu rehidraciju intravenozno infuzijama izotoničnih otopina uz korekciju hipokalijemije.

5.2. Clostridium perfringens

To je anaerobni gram – pozitivni sporulirajući bacil koji je raširen u prirodi, a nalazi se i u probavnom traktu mnogih životinja i ljudi. Također postoji najmanje pet serotipova *C. perfringens*. Označenih slovima od A do E. Trovanja hranom uzrokuju enterotoksigeni sojevi *C. perfringens* tipa A. *C. perfringens* tipa A ima

spore koje se brzo uništavaju kuhanjem, klostridij – uzročnici trovanja hranom stvaraju spore koje preživljavaju vrenje kroz 1-4 sata. *C. perfringens* tipa A se nalazi po svuda, pa se ni ne čudimo što ga nalazimo u kuhinjama i prodavaonicama. Najčešće sredstvo prijenosa za razmnožavanje *C. perfringens* je hrana koja sadrži animalne bjelančevine. Trovanje uzrokuje termolabilni proteinski enterotoksin, koji se tek stvara u probavnom sustavu. nastaje zbog sporulacije vegetativnih oblika koji su s kontaminiranom hranom dospjeli u gastrointestinalni sustav.

Zbog toga što se toksin stvara tek u probavnom sustavu, trovanje koje uzrokuje *C. perfringens* ima dužu inkubaciju od drugih bakterijskih otrovanja (8-24 sata). Simptomi su: mučnina i proljev. Povraćanje je rijetko isto kao i vrućica. Sama bolest prolazi spontano i traje oko 24 sata. Smrtni slučajevi su vrlo rijetki.

5.3 Salmoneloza

Salmoneloza je bakterijska infekcija tankog i debelog crijeva. Uobičajeni izvori salmonela su životinje koje se uzgajaju zbog mesa, perad, sirovo mlijeko, jaja i proizvodi od jaja. Drugi opisani izvori uključuju zaražene kornjače – kućne ljubimce, grimiz (karmin, vrsta crvene boje) i kontaminiranu marihuanu. . Najopasniji oblik salmoneloze je trbušni tifus, kojega uzrokuje bakterija *Salmonella typhi*. Međutim i manje opasne zaraze koje uzrokuje *Salmonella enteritidis* ostaju važan javnozdravstveni problem.

Salmonela se uglavnom prenosi proizvodima životinjskog podrijetla, u koje tipično dolazi prigodom klanja u kojem se na meso mogu proširiti bakterije što se nalaze u crijevima životinja; također je čest način prenošenja na ljuski kokošnjih jaja i putem mlijeka. Međutim se može salmonela prenijeti i putem druge hrane, pa i sa drugih zaraženih površina i kontaktom sa zaraženim ljudima. Salmonela nije otporna na visoke temperature, te neće izdržati zagrijavanje na 70 stupnjeva celzija više od dvije minute. Ni dobro kuhana

hrana nije međutim uvijek posve sigurna: naime se u kuhinjama zna dogoditi da se bakterije prenose kontaktom sa sirove hrane na onu već pripremljenu. Salmonela može opstati na suhim površinama i po mjesec dana, a na mokrim mjestima i po tri mjeseca. Na temperaturama većim od 20 stupnjeva celzijusa salmonela je agilnija i time zaraznija.

Mogući simptomi su:

- mučnina i povraćanje
- bol u trbuhu
- proljev
- groznica
- visoka temperatura
- glavobolja
- bolovi u mišićima
- krv u stolici

Zbog toga što salmonela može uzrokovati dehidraciju, zamjena tekućina i elektrolita je vrlo važan cilj liječenja. Teži slučajevi mogu zahtijevati hospitalizaciju i tekućinu koja se isporučuje direktno u venu (intravenski). Obično ljudi koji su zaraženi salmonelom razviju proljev, groznicu i trbušne grčeve u rasponu od 8 do 72 sata. Većina zdravih ljudi se oporavi u nekoliko dana bez nekog dodatnog tretmana. Također mogu se koristiti i lijekovi kao što su:

Anti-dijarejski lijekovi – lijekovi poput loperamida (Imodium) mogu pomoći u oslobađanju od grčeva, ali oni također mogu produžiti proljev koji se povezuje sa salmonelom.

Antibiotici – ukoliko se pojavi sumnja da je bakterija salmonela ušla u krvotok, ili ukoliko bolesnik ima teži oblik bolesti ili ugroženi imunološki sustav, tada vam se mogu prepisati antibiotike kako bi se bakterija ubila. Antibiotici nisu od koristi kod nekomplikiranih slučajeva. U stvari, antibiotici mogu produžiti razdoblje u kojem bolesnik nosi bakteriju i možete zaraziti druge, i oni mogu povećati rizik od vraćanja bolesti.

5.4. Botulizam

Uzročnik botulizma je anaerobni gram – pozitivni štapić *Clostridium botulinum* koji stvara termorezistentne spore, mikroorganizam je proširen posvuda – prirodno boravište mu je tlo, a izoliran je s površine voća i povrća, s riba i školjki, a nalazi se povremeno i u stolici životinja i ljudi. Tipovi *C. botulinum* se razlikuju u antigenom tipu toksina koji stvaraju (A-G). Botulizam kod čovjeka uzrokuju uglavnom toksini A, B i E. Postoje i rijetki slučajevi trovanja čovjeka tipom toksina F, G, dok su tipovi C i D nađeni kod životinja i ptica. Spore *Clostridium botulinum* su vrlo otporne na temperaturu. Izdrže kuhanje na 100°C kroz 3-5 sati. Njihova otpornost se smanjuje zakiseljavanjem i jačim soljenjem hrane. Botulin toksin nastaje autolizom klostridija; to je citoplazmatski protein bakterije. Botulizam uzrokovan industrijskim konzerviranjem hrane, koji se javljao na početku stoljeća, danas je zbog strogih propisa pripreme i razvijenih tehnoloških postupaka nestao.

Kod trovanja hranom botulini neurotoksin se nakon ingestije apsorbira u tankom crijevu i raznosi se po tijelu putem limfnih i krvnih žila. Tako dopijeva do perifernih kolinergičkih sinapsa tj. neuromuskularnih veza skeletnih mišićnih vlakana, postganglijskih parasimpatičkih nervnih završetaka kao i perifernih ganglija. period latenije, vrijeme konzumacije otrovne hrane do pojave prvih simptoma, mjeri se satima i iznosi obično 12 do 36 sati. Taj period može biti i kraći ali i duži od 10 dana. Prvi simptomi botulizma mogu biti gastrointestinalni, no oni se sreću u manje od trećine bolesnika. Može se pojaviti mučnina, povraćanje, grčevi u trbuhu, ponekad i proljev. Bolest najčešće počinje neurološkim simptomima, a prvi simptom je nejasan vid. Daljnja progresija bolesti je brza i teška. Zahvaćenost kranijalnih živaca uzrokuje otežan govor – disartriju. Slabost se potom širi na gornje udove, trup, donje udove.

Oboljeli sa simptomima botulizma trebaju biti smješteni na odjel intenzivne skrbi. Tamo treba pratiti njihov vitalni kapacitet. ukoliko se vitalni znakove snize za jednu trećinu, pogotovo ako se to zbiva naglo, treba biti spreman za

intubaciju i umjetnu respiraciju. Ispiranjem želuca ili izazivanje povraćanja ima smisla primijeniti samo u onim slučajevima gdje je od konzumacije inkriminirane hrane prošlo svega nekoliko sati. Kod botulizma zbog alimentarne intoksikacije daje se odmah, nakon uzimanja uzorka trovalentni konjski serum koji sadrže antitoksine A, B i E. Me trebamo čekati laboratorijsku potvrdu bolesti, jer time gubimo dragocijeno vrijeme. Iako učinkovitost antitotulinog serumma nije dokazana kliničkim ispitivanjem na čovjeku, dokazana je na laboratorijskim životinjama. Učinak antitoksina direktno ovisi o tome koliko je rano primijenjen, jer antitoksin ne djeluje na toksin koji je već ušao u živčanu stanicu. Serum se daje nakon testiranja osjetljivosti intravenozno. Također valja spomenuti da bi davanje antibiotika kod alimentarnog botulizma imalo učinka.

6. BOJNI OTROVI

Bojni otrovi su otrovne tvari koje se u ratu upotrebljavaju za uništavanje ili onesposobljavanje ljudi, životinja i biljaka te zagađivanje zemljišta i objekata. Glavna su komponenta kemijskoga oružja i u borbi se njima djeluje iz raznih vrsta kemijskog streljiva i lansirnih sredstava, od ručne bombe, mina i granata do kemijskih i kasetnih bombi, bojnih glava rakete, zrakoplovnih i drugih uređaja za raspršivanje. Djeluju biološki na tijelo čovjeka i to na način da pri ulasku u organizam se vežu za strukture bjelančevina i remete njihovo fiziološko-biokemijskog djelovanja (biokemijska lezija). Neke tek posredovanjem tjelesnih enzima postaju otrovna (letalna sinteza (Metaboličko nastajanje visoko toksičnog spoja, često vodi do smrti pogođene stanice)) - ovo je uočeno kod nervnih bojnih otrova.

U organizam bojni otrovi mogu ući putem dišnih organa, kože, sluznice ili probavnog sustava. Oni koji u organizam ulaze putem dišnih organa, iz pluća dolaze u krv, a krvotokom dalje u sve ostale organe koji se tako dovode u patološko stanje. Sredstva za neutralizaciju bojnih otrova u tijelu zovu se antidoti.

Prema općoj vrsti djelovanja bojne otrove možemo podijeliti na:

- a) **smrtonosne** (sarin, soman, tabun, V-otrovi, cijanovodik, klorcijan, fozgen, iperit, luizit, ...) - namijenjene ubijanju ljudi i životinja
- b) **nesmrtonosne odnosno onesposobljavajući** (adamsit, kloracetofenon, CS, CR, BZ, ...) - namijenjene za onesposobljavanje ljudi i stvaranje uvjeta za njihovo uništenje drugim borbenim sredstvima.

Prema karakterističnim znakovima trovanja (načinu djelovanja) bojne otrove dijelimo na :

- 1) **nadražljivce** (adamsit, kloracetofenon, CS, CR, ...) - djeluju kao suzavci (klorpikrin, kloracetofenon) i kihavci (difenilklorarsin, adamsit),
- 2) **zagušljivce** (fozgen, klorpikrin, ...) - uzrokuju kašalj i gušenje te otok u plućima,
- 3) **plikavce** (iperit, luizit, ...) - uzrokuju plikove (mjehuriće) i opekotine u dodiru s kožom,
- 4) **krvne otrove** (klorcijan, cijanovodik, ...) - otrovne kemijske tvari koje se apsorbiraju u krv i tako utječu na tijelo,
- 5) **nervne otrove** (tabun, sarin, soman, V-otrovi, ...) - stvaraju teške živčane poremećaje koji obično uzrokuju smrt,
- 6) **psiho-kemijske otrove** (različite droge, LSD-25, BZ) – halucinogene tvari uzrokuju pojave slične psihozama.

Prema postojanosti u uvjetima njihove primjene možemo ih podijeliti na:

- a) **dugotrajne bojne otrove:** (iperit) koji se na terenu mogu zadržati od nekoliko dana do nekoliko tjedana,

- b) **kratkotrajne bojne otrove:** (klorcijan, cijanovodik, kloracetofenon, adamsit, fosgen, klorpikrin) koji se mogu na terenu zadržati od trideset minuta pa i do nekoliko sati, ovisno o meteorološkim uvjetima,
- c) **polupostojane bojne otrove:** (V-otrovi, soman i različiti psihokemijski otrovi) koji se mogu zadržati nekoliko sati na terenu, pa do nekoliko dana.

6.1. SMRTONOSNI BOJNI OTROVI

U smrtonosne boje otrove spadaju vrlo otrovni plinovi tekućina koje mogu ispariti a njihova je primjena za ubijanje životinja i ljudi. Neki od njih su jako otrovni i spadaju u skupinu nervoparalitičkih otrova (sarin, soman, tabun, V-otrovi, iperit...). Takvi otrovi su se isključivo koristili u ratne svrhe dok npr. cijanovodik, klorcijan... , se koriste u industriji ali su svoju primjenu pronašli i u ratne svrhe.

6.2. Živčani bojni otrovi

Sarin: (O-izopropil metilfosfonofluoridat) je izuzetno otrovna supstanca koja utječe isključivo na živčani sustav. Po strukturi i biološkom djelovanju sarin je sličan insekticidima poput Melathiona i lijekovima poput mestinona, neostigmine i antiliriuma.

Soman, tabun, V-otrovi : ovi smrtonosni bojni otrovi imaju isto djelovanje kao i sarin i spadaju u takozvanu G seriju otrova (**GA** - tabun, **GB** – sarin, **GD**- soman, **GF** - ciklosarin). Djeluju na sličan način kao sarin jer su isto kao i sarin inhibitori acetilkolinesteraze. Razlikuju se po boji i po dozi koja je potrebna da se usmrti čovjeka (letalna doza). Nazivaju se još i nervoparalitički otrovi.

6.2.1. Mehanizam otrovnog djelovanja živčanih bojnih otrova

Acetilkolinesteraza (AchE) je tkivni enzim koji katalizira hidrolizu acetilkolina (ACh), neurotransmitora u kolinergičkom dijelu živčanog sustava na nikotinskim i muskarinskim receptorima. Nikotinski receptori uključuju skeletnu muskulaturu i završetke preganglijskih autonomnih živčanih vlakana. Muskarinski receptori uključuju inervacijsko područje postganglijskim parasimpatičkim živčanim vlaknima. ACh, neurotransmitor se oslobađa pomoću živčanog impulsa i širi se na sinapsi vezujući se na receptore na postganglijskoj membrani uzrokujući postsinaptički podražaj, koji pokreće aktivnost organa koje inervira. Daljni postsinaptički podražaj se priječi tako da se ACh hidrolizira pomoću AchE. Produkti reakcije su kolin, octena kiselina i regenerirani enzim. Ako se transmittor ne razgradi dalje se podražava organ, za koji je odgovoran živčani bojni otrov, koji inhibira AchE vezujući se na njenoj esterskoj strani hidrolizom nastalog spoja tvori fosforilirani enzim. Za većinu organskofosfornih spojeva i živčanih bojnih otrova inhibicija enzima je ireverzibilan proces, a deaktiviranjem tog kompleksa nastaje još stabilniji spoj i trajna inaktivacija enzima ili starenje enzima. Živčani bojni otrovi su opasni kada se primjenjuju u obliku para i kapljica.

6.2.2. Liječenje

Koristi se atropin sulfat (*parasimpatikolitik*) koji blokira učinke prekomjernog nakupljanja ACh, muskarinske i središnje učinke, ali ne blokira nikotinske učinke. Još se koriste i oksimi (reaktivatori AchE) ali samo prije starenja enzima. Oksimi prekidaju vezu enzim – organskofosforni spoj. Najviše se koristi pralidoksim (PAM-2Cl), a pomažu i HI-6, obidoksim, trimedoksim. Smatra se da su obidoksim i HI-6 najbolji jer su učinkoviti kod svih živčanih bojnih otrova. Za liječenje konvulzija se koristi diazepam.

6.3. Krvni bojni otrov

Cijanovodik : Cijanovodik (HCN) je bezbojni, vrlo otrovni plin (vrelište na 25 °C, a ledište na -12 °C), karakteristična mirisa na gorke bademe. Vodena

otopina cijanovodika je cijanovodična kiselina (HCN(aq)). Cijanovodik je vrlo otrovan ako se udiše, vrlo lako je zapaljiv i vrlo je otrovan za organizme koji žive u vodi. Industrijski se pripravlja katalitičkom oksidacijom amonijaka i metana zrakom. Izoliran je iz prirodnih izvora, iako se ne pojavljuje slobodan u biljkama. Nastaje hidrolizom raznih cijanogenetskih glikozida, koji su vrlo rasprostranjeni u prirodi. Najpoznatiji od njih je amigdalin (gorki sastojak koštice plodova iz familije šljiva), a u velikoj se koncentraciji nalazi u gorkom bademu pa stoga i on sam ima miris po njima. Upotrebljava se za dobivanje poliakrilata, koristan je reagens u organskoj kemiji, idealan je za uništavanje gamadi (dezinsekcija) itd.

Klorcijan : Klorcijan se upotrebljava za proizvodnju nekih kemijskih spojeva, sintetičke gume, za rafinaciju ruda, u nekim sredstvima za fumigaciju, u procesima čišćenja metala itd.. Nekada se upotrebljavao i kao bojni otrov. Mogući načini ulaska u organizam: udisanje, dodir s očima i kožom. Najugroženiji su: dišni sustav, oči.

6.3.1. Mehanizam otrovnog djelovanja cijanida i ostalih krvnih bojnih otrova

Cijanidi uzrokuju pet biokemijskih promjena što nam objašnjava njihovu toksičnost. Ova skupina bojnih otrova spada u smrtonosne otrove i razlikuje se od ostalih mehanizmom djelovanja zbog anoksije dominantnog simptoma u kliničkoj slici. Cijanid je primarno metabolički otrov koji blokira mitohondrijsku citokromoksidazu u elektronskom transportnom lancu. Aktivnost cijanida na neurone se očituje u smanjenju neutralne električke aktivnosti i povećanom oslobađanju neurotransmitera kao dopamina i glutamata. Cijanidna kiselina i klorcijan blokiraju disanje vezanjem na trovaljno željezo enzima disanja citokromoksidaze tvoreći cijanokompleks ($\text{CN} + \text{Fe}^{+++}$ - citokromoksidaza = CN kompleks). Upravo zbog toga se kisik ne može prenijeti u stanicu što dovodi do staničnog gušenja. I pri tome nastaje histotoksičanoksija koja oštećuje središnji živčani sustav. Cijanide se u organizam mogu unijeti svim putevima. Klorcijan pored opće otrovnih ima i lakrimatorna svojstva (izazivanje suzenje).

Kratkotrajno (akutno) izlaganje: Prvi znaci djelovanja klorcijana na organizam mogu biti slabost, glavobolja, vrtoglavica, smušenost, nesvjestica, mučnina, povraćanje. U težim slučajevima disanje je isprva naglo i duboko a potom polagano, rad srca je nepravilan; osjeća se stezanje u grudima, koža postane ružičasta do crvena, u plućima se nakuplja tekućina (edem pluća); u takvom slučaju, ovisno o jačini izlaganja, mogu brzo uslijediti nesvijest, grčevi i smrt.

Dugotrajno (kronično) izlaganje: Znaci čestog izlaganja malim koncentracijama klorcijana su mnogobrojni; to mogu biti slabost, glavobolja, mučnina, iscjedak iz nosa, nesvjestica, bolovi u trbuhu, povraćanje, poremećeni osjet mirisa i okusa, gubitak na težini, grčenje mišića itd. Svi ti znaci nisu specifični za djelovanje klorcijana, pa je teško utvrditi da se radi o kroničnom izlaganju tom plinu.

6.3.2. Liječenje

Nema djelotvornog sredstva za liječenje kod otrovanja cijanidima i drugim krvnim bojnim otrovima.

6.4. Zagušljivci

Zagušljivci su smrtonosni bojni otrovi, koji selektivno i specifično oštećuju plućno tkivo i dovode do edema pluća zbog povećane propustljivosti kapilara.

Fozgen : Fozgen je vrlo otrovan plin. Uglavnom djeluje na dišne puteve, ali nadražuje oči i kožu. Može biti opasan u nižim koncentracijama jer nema neugodan miris, a znaci trovanja javljaju se nakon nekoliko sati. Koncentracije od 10 ppm pri djelovanju od 30-60 minuta mogu izazvati smrt. Plinoviti fozgen ne šteti koži osim ako nije vlažna, jer reakcija vode s fozgenom stvara solnu kiselinu (HCl) što rezultira opeklinama. Istim mehanizmom djeluje na oči, gdje koncentracija od 1-2 ppm izaziva suzenje očiju. Fozgen se nije samo koristio u ratne svrhe već ima i primjenu u industriji proizvodnje boja, pesticida i metana.

Klor: zeleno-žuti diatomske plin zagušljivog mirisa. Topljiv je u vodi. Teži je od zraka 2,5 puta i u organizmu se brzo detoksicira kad se udišu niske koncentracije doze. Kao bojni otrov danas ima povijesno značenje.

6.4.1. Mehanizam djelovanja fozgen i ostalih zagušljivaca

Fozgen je visokoreaktivni plin koji oštećuje pluća, uzrokujući nekardiogeni edem pluća kod ljudi, povećava peroksidaciju lipida i vaskularni premabilitet. Hepatoksičnost i nefrotoksičnost kloroforma se mogu dijelom pripisati metabolitima fozgena. Citokrom P-450 u mikrosomima jetre metabolizira kloroform u fozgen preko oksidacije ugljikohidrata i nestabilnog međuproducta triklormetanola (HOCCl_3) koji spontano dehidroklorinira stvarajući fozgen. Kod visokih koncentracija fozgena smrt je trenutna. Fozgen ne možemo prepoznati mirisom. Niske koncentracije zagušljivca dovode do promjena u bronhiolima, a visoke koncentracije promjene u alveolama. U bronhiolima nastaju strukturne promjene. Promjene u alveolama sastoje se od edema alveolarnih stanica, razaranje bazalnih membrana itd.. Toksični učinci fozgena i ostalih zagušljivaca pripisuju se hidrolizom nastalom HCL-u u vodenoj sredini izloženih stanica respiratornog trakta. U krvi glavna promjena je redukcija parcijalnog tlaka kisika (arterijska hipoksemija). Kapacitet difuzije kroz zapreku krv-zrak se snižava, a snižava se i PaO_2 u početku a kasnije za latencije se normalizira i na kraju latencije opet snižava. Razvija se acidoza i to u početku respiratorna, a kasnije respiratorna i metabolička.

6.4.2. Liječenje

Antibioticima se liječi bakterijska infekcija dišnih puteva. Kasnije se razvija bronhitis koji može trajati neko vrijeme. Krvni plinovi i CO kapacitet difuzije se vraćaju u normalu za jedan tjedan. Plućne funkcije i disonja pri naporu se poboljšavaju postupno za nekoliko mjeseci pa i godina, pušenje to može bitno odgoditi. Nema djelotvornog sredstva za profilaksu i predliječenje protiv tvari koje izazivaju edem pluća.

6.5 Mjehurićavci

To su smrtonosni otrovi dugotrajnog djelovanja. U malim količinama oštećuju kožu i zbog visokog stupnja prodornosti kroz skoro sve materijale, zaštita od njih je složena. Iperit i luizit dobro se otapaju u organskim otapalima (benzin, etanol...), biljnim i životinjskim mastima, a slabo u vodi.

Iperit : (francuski yperite, prema belgijskom gradu Ypresu, gdje je 1917. prvi put upotrijebljen), bojni otrov plikavac, diklordietil-sulfid $(ClCH_2CH_2)_2S$. Žućkasta uljevita tekućina. Brzo se razara oksidativnim sredstvima (klornim vapnom, hipermanganom). Težak stanični otrov, oštećuje kapilare. Iperit (sumporni iperit) su klasa srodnih citotoksičnih kemijskih oružja sa sposobnošću da formiraju velike plikove na izloženoj koži i u plućima. Čisti sumporni iperit su bezbojne, viskozne tekućine na sobnoj temperaturi. Kad se koriste u nečistoj formi, kao bojna sredstva, oni su obično žuto-smeđi i imaju miris koji podsjeća na senf, češnjak ili hren. Iperit je originalno bio nazvan LOST, po znanstvenicima koji su razvili metodu za produkciju u velikim razmjerima za Njemačku imperijalnu armiju 1916.

Luizit : (engl. lewisite, po američkom kemičaru Winfordu Leeju Lewisu; 1878–1943), 2-klorvinil-diklorarsin, $ClCH=CHAsCl_2$, otrovna tekućina, vrije pri $190\text{ }^{\circ}C$, pare mu mirišu na pelargoniju. Nadražuje pluća, na koži stvara mjehuriće; pripada bojnim otrovima plikavcima. Prodire kroz običnu odjeću, čak i kroz gumu. Razvijen je u SAD-u za primjenu u I. svjetskom ratu, ali nije bio upotrijebljen.

6.5.1. Mehanizam otrovnog djelovanja iperita i ostalih mjehurićavaca

Mjehurićavci su otrovi lokalnog i sustavnog djelovanja. Oštećenja koja uzrokuju nastaju latencijom od nekoliko sati, bez nekih posebno značajnih simptoma prilikom prvog kontakta. Lako prolaze kroz kožu i sluznice, a vežu se

za stanične strukture unutar 2 minuta od početka penetracije i stoga je vrlo bitno provesti dekontaminaciju unutar tog vremena. Mjehurićavci su stanični otrovi izrazito citotoksičnog djelovanja i djeluju kao alkilirajući agensi, dok luizit blokira stanične enzime. Nakon alkiliranja iperita nastaju vrlo aktivni spojevi etilnimin i etilensulfon koji reagiraju sa staničnim strukturama mijenjajući njihove fiziološke funkcije. Najvažniji učinak je da ometaju replikaciju DNK-a. Iperiti također djeluju s nekim enzimima kao što su fosfokinaza i ATP-aza, često blokiraju i AchE, ali im je parasimpatomimetički učinak slab. Vrlo velike doze izazivaju genetske mutacije i oštećenje kromosoma. Iperit u plinovitom stanju kad dospije u krv raznosi se i nakuplja u tkivima brzo, a zbog svoje lipofilne prirode selektivno nakuplja u masnom tkivu i mozgu. Organi koji su zahvaćeni djelovanjem iperita su koža, oči i respiratorni sustav, a sustavno otrovanje izaziva oštećenje hematopoetskog sustava i smrt. Smrt obično nastupa zbog respiratorne slabosti i sepse, a kod izlaganja velikim dozama nastupa tzv. neurološka smrt.

6.5.2. Liječenje

Brza dekontaminacija je jedino djelotvorna mjera kod otrovanja iperitom. Obzirom da su iperiti i vrlo opasni bojni otrovi te nemaju nikakve znakove otrovanja pri prvom kontaktu s otrovom, u većini slučajeva se izloženost kasno prepoznata i ne obavi se dekontaminacija.

6.6. NESMRTONOSNI (ONESPOSOBLJAVAJUĆI) BOJNI OTROVI

Ova skupina otrova nije namijenjena za ubijanje ljudi ili životinja već za njihovo trajno ili kratkotrajno onesposobljavanje. Kao i smrtonosni otrovi nalaze se u tekućem obliku ali mogu ispariti u plinoviti oblik. Imaju slično djelovanje na kožu, pluća itd. ali nisu smrtonosni nego samo služe za onesposobljavanje a koristi se u slučaju nereda, prosvjeda i slično kako bi se kritične mase ljudi umirile, rastjerale ili onesposobile kako bi se olakšalo njihovo privođenje.

Adamsit : bojni otrov iz skupine arsena, difenilaminklorarsin. Nadražuje sluznicu, uzrokuje gušenje i povraćanje, upotrebljava se kao otrov za kratkotrajno onesposobljavanje. Organski je spoj arsena koji iritiraju nos i grlo. Adamsite ima kratko , ali jasno izraženo razdoblje latencije između izloženosti tvari i pojave simptoma. Radi se o intervalu do tri minute, što čini Adamsite kao efikasno policijsko oružje. Simptomi su kašljanje, kihanje, mučnina i povraćanje, te nedostatak daha i jaka izražena bol iznad prsne kosti što može trajati i satima.

Kloracetofenon, CS, CR, BZ : isto su bojni otrovi koji spadaju u skupinu nadražljivaca. Imaju slično djelovanje kao adamsit. Kloracetofenon je tako zvani policijski otrov i primjenjuje se radi smirivanja nereda kao i ostali otrovi koji se nalaze u ovoj skupini.

7. OTROVI U ŠIREM SMISLU

7.1. Korozivi

Problemi akutnih egzogenih trovanja često nije samo u lokalnom djelovanju otrova, već i u oštećenju parenhimnih organa, na prvom mjestu jetre i bubrega. Takva su trovanja s korozivima. Korozivi su: kiseline, lužine i soli teških metala. Kiseline su kemijski spojevi koji sadrže vodikove ione i koje disocijaciom u vodi stvaraju slobodni vodikov ion (H^+), dok su lužine kemijski spojevi koji sadrže hidroksilne skupine i koji disocijacijom u vodi stvaraju hidrokside (OH^-) ione. Jačina oštećenja ovisi o vrsti kemijske tvari, njenoj količini, o koncentraciji, dužini izloženosti, pH, viskoznosti, o tome koji je organ zahvaćen. Korozivima se akutno otrovati može slučajno ili namjerno u neuspješnom ili uspješnom pokušaju samoubojstva.

7.1.1. Kiseline

Kiseline koristimo u širokoj upotrebi u svakodnevnom životu. Dijelimo ih na anorganske i organske kiseline. Od anorganskih kiselina najslabija je fluovodična kiselina; HF, no klinički je i jedna od najznačajnijih, jer dovodi do

najizrazitijih korozivnih učinaka. Upotrebljava se u industriji, a u tu skupinu spadaju: fosforna (H_3PO_4 , koja se rabi u kućanstvima za čišćenje toaleta, solna kiselina (HCl , koja služi za dobivanje anorganskih i organskih klorida), dušična kiselina (HNO_3 , služi kao jaki oksidans), sumporna kiselina (H_2SO_4 , koristi se u industrijskih umjetnih gnojiva) itd. Kiseline unesene oralnim putem dovode do koagulacijske nekroze izloženih sluznica, oštećuju epitel sluznice jednaka. Rezultat toga je stvaranje površinskih erozija i koagulacije, što u početku bolesti može priječiti daljnji prodor kiseline u dubinu.

7.1.2. Lužine

Od lužina najčešće se upotrebljava natrijev hidroksid: $NaOH$ (koristi se u proizvodnji sapuna, papira, rafiniraju masti, ulja i drugo.), kalijev hidroksid KOH (koristi se također u proizvodnji sapuna), kalcijev hidroksid $Ca(OH)_2$ (koristi se u građevinarstvu, u industriji za kaustifikaciju sode, proizvodnji šećera i drugo.), amonijev hidroksid NH_4OH (koji se koristi npr. u industriji eksploziva, tekstilnoj industriji i drugo.).

7.1.3. Soli teških metala

Od soli teških metala u upotrebi su najčešće natrijev karbonat Na_2CO_3 (soda), natrijev klorid $NaCl$ (kuhinjska sol), natrijev sulfat Na_2SO_4 , natrijev nitrat $NaNO_3$, kalijev nitrat KNO_3 , kalijev sulfat K_2SO_4 , kalijev cijanid KCN i natrijev cijanid $NaCN$. Ingestija lužina dovodi do kolikvacijske nekroze izloženih dijelova sluznica. Broj otrovanih kiselinama je veći od trovanja lužinama. Ima više razloga zašto je to tako. Kiseline se češće rabe nego lužine. Još neki od simptoma trovanja lužinama su nastajanje hemolize, propadanje tkiva, hematurija itd.. Može također doći i do akutnog zatajenja bubreg i to zbog djelovanja hemolize, djelovanja toskina na tubularne stanice, krvarenja i dehidracije. Smrtni ishod kod ovih komplikacija može se dogoditi unutar 12-36 sati.

7.2. Klinička slika i liječenje

Opći i lokalni simptomi su: opća slabost, vrlo jaki bolovi jednjaka i želuca, može nastati popuštanje crpne funkcije srca, stanje šoka, oštećenje jetre i bubrega s razvojem zatajivanja tih dvaju organa. Krvni tlak vrlo brzo počinje se snižavati a frekvencija srca raste. Navedeni simptomi se pojavljuju ako je bolesnik progutao korozive. Ako je pak bolesnik udahnuo pare ili udisao pare koroziva, pojavljuje se iscrpljujući suhi kašalj, vrtoglavica, glavobolja, opća slabost. Nakon 6 – 8 sati a nekad i 24 sata i duže, može se razviti nekardiogenog edema pluća. Bolesnik je izrazito nemiran, može iskašljavati pjenušavi pa i sukrvavi sadržaj te se također krvni tlak snižava a frekvencija srca povećava. A ako je pak bolesnik bio u kontaktu s korozivima putem kože, pojavljuju se lokalno jako bolovi, a na kontaminiranim mjestima često se može opaziti žućkaste i smeđkaste mrlje. Iznimka je fluorovodična kiselina, koja dolazi čak u koncentraciji i do 70%. Pri kontaktu naglo se pojavljuju bolovi kože koja je bila u kontaktu s kiselinom. Karakteristika kontakta s tom kiselinom upravo i je sustavna toksičnost organizma opasna po život, a s vrlo malim znacima oštećenje kože.

Liječenje se bazira na održavanju vitalnih funkcija otrovanog (održavanje prohodnosti dišnih puteva, adekvatna ventilacija dišnog sustava sve do primjene kontroliranog disanja, kao i održavanje cirkulacije. Ako je korozivna tvar uzeta oralnim putem, u slučaju da se radi o lužini, onda stimuliranje povraćanja ili ispiranje želuca će imati kontraefekt !

No ako se radi o slučaju ingestije velike, letalne, količine koncentrirane kiseline, može se pokušati odstraniti iz želuca putem zogastrične sonde, nakon čega se primjenjuju antacidi. Ako ne postupimo tako onda trebamo razrijediti želudac pijenjem vode ili s mlijekom. Količinu popijene kiseline treba razrijediti najmanje u omjeru 1:100 da bi se pokušala spriječiti daljna lokalna oštećenja. Nažalost u slučaju ingestije koroziva, neutralizacija sadržaja želuca nije pokazala učinkovitom. Zbog jakih bolova trebamo često primjenjivati opijate: morfin svaka 4 sata. Ako se razvio respiratorni distress sindrom odraslih,

bolesnika treba priključiti na respirator i uz to primijeniti pozitivni tlak na kraju ekspirija, kojim se potiskuje tekućina iz alveola i otvaraju alveole.

Ako se pak razvija stanje šoka, osim sredstva protiv bolova i dobre oksigenacije, treba stabilizirati volumen cirkulirajuće tekućine primjenom transfuzije resuspendiranih eritrocita ili čak i pune krvi. Dopamin se primjenjuje u dozama za stimulaciju dopaminergičkih receptora bubrega u polaganoj intravenoznoj infuziji. Ako se radi o korozivnim promjenama jednjaka onda ponekad moramo primijeniti i kortikosteroide koji se primjenjuju zbog protuupalnog učinka i inhibicije stvaranja kolagena. No sa tom terapijom postoji opasnost od prikrivanja kliničke slike bakterijske infekcije. Uz kortikosteroide se primjenjuju i antibiotici, najčešće kristalični penicilin (za liječenje infekcija uzrokovanih anaerobnim uzročnicima infekcija respiratornog sustava. Ako je bolesnik alergičan na penicilin tada možemo primijeniti cefalosporin, klindamicin ili vankomicin.

8. OTROVI U KRIMINALISTICI

8.1. Talij

Talij – Thallium (TI) je srebrnasto – sivi metal, mekan i rastezljiv kao olovo. Možemo ga naći u prirodi ali pomiješanog sa teškim metalima. Oksidira na zraku i pri sobnoj temperaturu. Stvara jednovaljane i trovaljane soli. Talij i njegovi proizvodi su se rabili kao rodenticidi od 1965.g. Koristi se u proizvodnji optičkih leća s visokim indeksom loma itd.. Talij nije sastavni dio organizma čovjeka i životinja, no u organizmu se akumulira u bubrezima, koži, tankom crijevu, jetri i testisima. Ako se oralno uzme brzo se resorbira kroz crijeva, a izlučuje pretežno bubrezima, a manjim djelom putem stolice. Izlučivanje mu je sporo pa se akumulira tako da može dokazati njegova prisutnost i do 2 mjeseca nakon resorpcije. Smrtna doza varira i iznosi oko 1 gram talijeva sulfata za čovjeka.

Akutno trovanje talijem može se dogoditi ingestijom ili apsorpcijom putem kože. Gastrointestinalni simptomi započinju 12 sati do 2 dana po ingestiji. Nakon

početnih simptoma slijedi latencija od 3-4 dana nakon čega slijede bolovi u trbuhu, nekad povraćanje, a rijetko je praćeno proljevima. Neurološki simptomi javljaju se 2-5 dana. Kronično trovanje talijem se isto može dogoditi kao i kod akutnog trovanja. Najraniji simptomi su tog otrovanja su alopecija i atrofija kože, hipersalivacija i pojava plavih linija na desnim. Također postoje i gastrointestinalni simptomi kao što su mučnina, ponekad povraćanje itd.. Ako se nastavlja unošenjem talija u organizam (zbog pokušaja samoubojstva ili ubojstva) može se dogoditi oštećenje bubrežne funkcije, ali i endokrinog sustava.

Liječenje akutnog trovanja talijem sastoji se od: ako se radi o kontaminaciji kože, treba istrljati sapunom i vodom. Ako se ingestija dogodila unutar 4 sata, liječenje se sastoji od eliminaciji otrova stimuliranjem povraćanja, a najčešće se koristi sirup ipekakuane. Zatim treba isprati želudac s 1%-tnom otopinom natrijeva jodida sa dodatkom aktivnog ugljena. Nakon toga treba dati oralnim putem berlinskog modrila i u svaku otopinu se preporuča staviti 50 ml 15%- tne otopine manitola. Trebamo se protiv stanja šoka primjenom tekućine intravenoznim putem, elektrolitskih otopina i otopine glukoze, forsirati diurezu. Ako nema berlinskog modrila, treba dati kalijev klorid kako bi se odstranio talij iz stanica i pospješilo njegovo izlučivanje. No moramo biti oprezni jer se talij nalazi u mozgu gdje je dospio krvotokom, pa se tijekom terapije može pogoršati encefalopatija. Potom moramo primijeniti snažan laksativ, kao na primjer ricinusovo ulje ili klizmu i zatim 15%-tnu otopinu manitola.

8.2. Fosfor

Fosfor- Phosphorus (P) spada u metaloide, a u prirodi se nalazi samo u obliku spojeva, a ne i u elemntarnom stanju. Dobiva se iz rude fosforita $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ i apatita $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{Ca}(\text{ClF})_2$. Dobiva se u električnim pećima i to kao žuti fosfor koji se rafinira i lijeva u štapiće (bijeli fosfor).Iz žutog fosfora se može dobiti crveni fosfor. Žuti fosfor je jako otrovan, dok crveni uglavnom nije, ali opet se sa njime treba oprezno postupiti. Žuti fosfor je vrlo

reaktivan i izgara žutim plamenom na temperaturi od 50°C. Fosfor se u organizam može unijeti putem kože, dišnim ili probavnim sustavom.

Fosforni oksidi su topljivi u vodi što je u podlozi mehanizmima iritacije konjunktiva, sluznice nosa, usta, dišnih puteva jer u kontaktu s vlažnim dišnim putevima stvaraju fosforna i fosforasta kiselina. No fosforne pare se slabo otapaju pa dospijevaju u pluća kroz koja se resorbiraju. Resorbirani fosfor se odlaže u masnom tkivu, oštećuje endotel kapilara i hepatocite. Također zbog svog jakog redukcijskog djelovanja sprječava oksidaciju stanica u jetri. U jetri ometa metabolizam ugljikohidrata, proteina i masti, stvaranje glikogena i funkciju jetrenih enzima. potom slijede autolitički procesi. Otrovnost se može pokazati također i na bubrezima to jest u bubrezima, možda zbog oštećenja endotela kapilara i funkcija enzima. Iako su fosfati sastavni dio kosti, elementarni fosfor odlaže se u kostima pod epifizne hrskavice i ometa cirkulaciju krvi u Haversovim i koštanim kanalima i oštećenjem endotela krvožilja kostiju može dovesti do dekalifikacije i osteoporoze. Potom može uslijediti i sekundarna bakterijska infekcija što može rezultirati s nekrozom.

Fosforom se možemo otrovati akutno ili kronično. To može biti slučajno ili namjerno. Ako dođemo u kontakt sa žutim fosforom možemo zadobiti duboke i bolne opekline I i II stupnja. Ako se pak otrujemo inhalacijom onda dolazi do iritacije gornjih i donjih dišnih puteva. Ostali simptomi mogu biti povraćanje, mučnina kod lakog trovanja a kod teškog glavobolja, vrtoglavica, nesigurnost pri hodu, nespecifičnim trbušnim bolovima, mučninom, izraženim proljevima čiji rezultat može biti cirkulacijski kolaps. A ako pak dođe do ingestije žutog fosfora onda se javljaju simptomi: pečenje i bolovi u ždrijelu i jednjaku, mučnina, povraćanje, aritmija srca, dah ima miris bijelog luka itd.

Liječenje se sastoji od ispiranja opečenih dijelova tijela s vodovodnom vodom tijekom najmanje 15 minuta, potom bakrenim sulfatom pri čemu se stvara bakreni fosfid, koji se ne razlaže kao i kalijevim permanganatom u omjeru 1:5000 ili s 2%-tnom otopinom vodikova peroksida, zbog oksidacije lediranog

mjesta kože i mehaničkog uklanjanja fosfora. Liječenje akutnog trovanja inhalacijom sastoji se u liječenju nekardiogenog edema pluća ako se pojavi, ako se radi o akutnom trovanju ingestijom liječenje se sastoji od mjera ispiranja želuca vodovodnom vodom, stimulacijom povraćanja. Potom se primjenjuje mineralnom ulje sondom u količini od 120 ml kako bi se spriječila asorpcija. Treba dati 10 ml 10%-tne otopine kalcijeva glukomata intravenoznim putem zbog korekcije hipokalcemije. Ako se razvije nekroza čeljusti nju treba liječiti kirurškim putem.

8.3. Strihinin

Indolski alkaloid $C_{21}H_{22}N_2O_2$, iz sjemena istočnoindijskoga strihinovca (*Strychnos nux-vomica*) iz porodice Loganiaceae, raširene u trop. Aziji. Rabi se u medicini za podraživanje središnjega živčanog sustava, os. kralježnične i produžene moždine, središta disanja, krvnog optoka i probavnoga sustava (analeptik). Češće se zbog svoje gorčine upotrebljava kao amarum u tonicima, za poboljšanje apetita, opće jačanje mišićnoga tkiva i živaca. Uzima se u malim količinama, jer kao vrlo jak otrov u većim količinama izaziva grčeve mišića pa zbog kljenuti dišnoga mišićja ubrzo nastupa smrt. Primjenjuje se i kao lijek protiv ugriza otrovnih zmija. Kao *Strychninum crudum*, s primjesama brucina, upotrebljava se za tamanjenje štetočina. Potiče rad sred. živčanog sustava i može uzrokovati fatalne grčeve i zastoj disanja. Pri otrovanju najčešće se u organizam unosi udisanjem ili gutanjem.

Ako strihinin udisanjem ili gutanjem dospije u organizam, djeluje vrlo brzo, obično s fatalnim posljedicama. Pri dodiru s kožom i oèima djeluje i nadražujuće.

Akutno djelovanje strihina:

Gutanje: strihinin se iz želučano-crijevnog sustava brzo apsorbira i djeluje izvanredno toksično. Znaci djelovanja ovisni o količini koja dospije u organizam, a to su: glavobolja, nemir, žestoki tetanički grčevi, koji se mogu pojaviti nekoliko

minuta nakon gutanja otrova. Grčeve izaziva i pojačava svaki pokret pa čak i zvuk. Ostali simptomi koji se mogu pojaviti su: grčevi u vratu i u leđima, ukočenost zglobova, cijanoza. Sekundarni učinak djelovanja na središnji živčani sustav može biti zatajenje bubrega. Smrt nastupa obično zbog prestanka disanja. Udisanje: otrov se vrlo brzo apsorbira, a znaci djelovanja slični su onima u slučaju gutanja; pojavljuju se u roku od nekoliko minuta, a posljedice su obično fatalne. Dodir s očima: otrov nadražuje očne sluznice, kroz koje se može i apsorbirati, ali vjerojatnost intoksikacije je mala.

Kronično djelovanje strihina:

Nema podataka omogućim kroničnim učincima, što je razumljivo jer se radi o spoju koji i u vrlo maloj količini djeluje brzo i otrovno. Putovi ulaska u organizam: dišni sustav, probavni sustav. Najugroženiji su: centralni živčani sustav.

Ne smije se poticati na povraćanje. Potrebna je hitna liječnička pomoć. Osoba može povratiti spontano; u svakom slučaju mora odmah popiti suspenziju aktivnog ugljena (30 g u 240 ml vode) kako bi se spriječila ili smanjila apsorpcija otrova kroz probavni sustav. Osobi koja je u nesvijesti ne smije se ništa stavljati u usta. Ako smo strihin udahnuli onda moramo pozvati liječnika. Osobu izvesti na čisti zrak. Ako teško diše, davati kisik. Ako je disanje prestalo, odmah moramo primijeniti umjetno disanje. Ako je strihin došao u kontakt s kožom tada moramo mjesto dodira odmah oprati sapunom, prati barem 15 minuta, a nakon toga zatražiti savjet liječnika. Ako nam je strihin došao u kontakt s očima onda odmah trebamo ih isprati s mnogo tekuće vode, barem 15 minuta; povremeno treba čistim prstima rastvoriti vjeđe i kružiti očima, tako da voda dospije u sve dijelove oka. Nakon ispiranja preporučuje se zatražiti savjet i pomoć liječnika oftalmologa. Ne preporučuje se ispiranje želuca. Tijekom i nakon pružanja prve pomoći treba pratiti funkcioniranje probavnog sustava i bubrega. Korigirati metaboličku acidozu i poremećaje elektrolita. Grčeve ublažiti udisanjem anestetika.

9. TIPIČNI OTROVI I PROTUOTROVI

| OTROVI | PROTUOTROVI | OTROVI | PROTUOTROVI |
|----------------------------------|---|------------------------------|---------------------------------------|
| otrov pčele | adrenalin, kortikosteroidi | trovanje ugljikovodicima | diazepam |
| trovanje arsenom | N-acetil cistein (NAC) | trovanje metanolom | etanol, izvantjelesna hemodijaliza |
| trovanje gljivama | atropin, metilinsko modrilo | trovanje cijanidima | DMPA (dimetilaminofenazon) |
| trovanje talijem | berlinsko modrilo | trovanje etanolom | izvantjelesna hemodijaliza |
| sarin (bojni otrov) | diazepam, kortikosteroidi | trovanje talijem | hemoperfuzija drvenim ugljenom |
| trovanje oleandarom | digibinid | trovanje kofeinom | hemoperfuzija jantarnom smolom |
| trovanje fosforom | glukoza, kalcijev gluknat | trovanje beta blokatorima | ispiranje želuca/debelog crijeva |
| trovanje živom | DMPS (2,3 – dimekapto -1- propansulfonat) | nuspojave fibrinolitika | kapramol |
| trovanje nikotinom | aktivni ugljen | ugljkov monoksid | Kisik- hiperbarična komora |
| kokain | nalokson | trovanje korozivima | kortikosteroidi |
| zmijski otrov | antiviperinum | trovanje srebrom | metilinsko modrilo |
| trovanje kromom | askorbinska kiselina (C – vitamin) | trovanje sumorovodikom | natrijev nitrit |
| organskofosforini insekticidi | atropin, diazepam | trovanje olovom | D-penicilamin |
| nuspojave heparina | promatim sulfat | trovanje jodom | Natrijev tiosulfat |

Tablica 1. Prikaz otrova i njihovih protuotrova

10. ZAKLJUČAK

U svojem završnom radu sam obradio temu otrovi i protuotrovi. Dok sam pisao ovaj rad dotaknuo sam se brojnih podjela otrova. Iz ovog rada mogu zaključiti da životinjski otrovi prvenstveno služe za hvatanje plijena ali ih životinje koriste i u samoobrani. Važno je znati da nas pauzi, zmije i druge životinje koje imaju vrlo jake i ubojite otrove neće ugristi sami od sebe već to čine u samoobrani ako se osjećaju ugroženim. Zato je važno da ako se susretnemo sa tim životinjama da ih ne provociramo, ne pokušavamo dodirivati jer time iskušavamo vlastitu sreću. Čovjek mora bit svjestan da kada se nalazi u prirodi mora biti jako oprezan jer postoje brojne vrste biljaka i gljiva koje su vrlo otrovne i upravo iz tog razloga ne treba dirati i brati ako nije siguran šta je to. Po mojem mišljenju otrovi iz prirode i životinjski otrovi jesu opasni ali nisu opasni koliko otrovi koje čovjek proizvodi i koristi u svakodnevnom životu. To su pesticidi, korozivi pa čak i bojni otrovi. Pesticidi i korozivi su jako korisni u čovjekovom životu, naravno ako vodimo računa o njihovoj sigurnoj upotrebi, zbrinjavanju te čuvanju okoliša od njihovih štetnih utjecaja. Kroz povijest čovjek nije mario za sigurnost svojih radnika i ljudi koji su živjeli u okružju gdje su se ti pesticidi i korozivi primjenjivali jer je bio vođen željom za ostvarivanja što većeg profita, a posljedica toga su bile brojne nesreće, trovanja koja su završavala sa smrtnim ishodom i dugoročnim posljedicama na čovjekovo zdravlje a samim time i na okoliš. No danas se zahvaljujući brojnim zakonima i kontrolama to se uvelike smanjilo i kvalitetno reguliralo. Čovjek je isto kriv zbog svoje ne pažnje pa se tako slučajno otruje ali ima i onih koji su skloni suicidu pomoću otrova. Iz ovog rada zapravo vidimo da čovjek na dnevnoj bazi koristi brojne otrove koji se koriste u industriji, poljoprivredi, znanosti itd. Ali važno je naglasiti da iako su otrovi u mnogo tome korisni trebamo jako oprezno ih koristiti jer možemo nanijeti veliku štetu čovjeku, okolišu i životinjama. Nažalost čovjek je razvio i bojne otrove, kako bi olakšao ratovanje i što lakše pobijedio neprijatelja. To je jedna skupina otrova koja užasno djeluje na ljudski organizam i izaziva strahovite simptome i dugoročne posljedice na čovjeka. I da čovjek preživi napade takvim oružjem ostat će mu dugoročne posljedice na njegovo zdravlje. Iako je raznim konvencijama zabranjeno korištenje tih otrova ipak postoje slučajevi di se i u moderno vrijeme koriste takvi otrovi a na kraju stradavaju

uvijek oni nevini i nemoćni. Od svih otrova koje je čovjek stvorio kako bi olakšao svakodnevni život smatram da su bojni otrovi najgori i da ne donose nikakvu korist čovjeku već samo patnju i smrt. Postoje i otrovi koje možemo naći u hrani a to su brojne bakterije i mikroorganizmi. U prijašnjim vremenima zbog manjka kontrole i blažih zakona česta su bila trovanja hranom koja su završavala smrtnim ishodom. Zahvaljujući razvojem medicine i znanosti te postroživanjem kontrole i propisa proizvodnje hrane ti su se slučajevi uvelike smanjili, no i dalje su prisutni ali u manjem broju i blažem obliku zbog strožih zakona, propisa, kontrola i inspekcija.

11. LITERATURA

- [1.] Duraković, Z.D., „ Klinička toksikologija”, Grafos, 2000. godina, ISBN: 953-97792-3-5)
- [2.] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Otrov>, pristupljeno 24.5. 2017.
- [3.] <https://www.planetdeadly.com/human/deadliest-poisons-man>, pristupljeno 24.5.2017.
- [4.] <http://www.budwin.net/medicology/html/book04-15.html>, pristupljeno 24.5.2017.
- [5.] https://sh.wikipedia.org/wiki/Bojni_otrov, pristupljeno 25.5. 2017
- [6.] Narodne novine, https://sh.wikipedia.org/wiki/Bojni_otrov, pristupljeno 26.5.2017.
- [7.] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Mikroorganizmi>, pristupljeno, 26.5.2017.
- [8.] Ministarstvo zdravstva, <https://zdravlje.gov.hr/djelokrug/uprava-za-unaprijedjenje-zdravlja-710/kemikalije-i-biocidni-pripravci/kemikalije/propisi/679>, pristupljeno 28.05.2017.
- [9.] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Otrov>, pristupljeno 28.05.2017.
- [10.] Kreni zdravo,<https://www.krenizdravo.rtl.hr/zdravlje/bolesti-zdravlje/salmonela-uzroci-simptomi-i-lijecenje>, pristupljeno 29.05.2017.
- [11.] Planet deadly, <https://www.planetdeadly.com/human/deadliest-poisons-man>, pristupljeno 30.05.2017.

POPIS SLIKA

| | |
|---|-----|
| Sl.1. Oznaka za otrove skupine T+ (vrlo jaki otrovi)..... | 3. |
| Sl.2. Oleander..... | 12. |
| Sl.3. Alpska ruža..... | 12. |
| Sl.4. Ricinus..... | 14. |
| Sl.5. Ackee (Blighia sapida)..... | 15. |
| Sl.6. Sasafras (Sasafras albidum)..... | 15. |
| Sl.7. Pjegava velika kukuta (Cicuta maculata)..... | 16. |
| Sl.8. Peyote (Peyote kaktus)..... | 17. |
| Sl.9. Nicotiana glauca (vrsta duhana koja raste kao drvo).. | 18. |

| | |
|--|-----|
| Sl.10. Otrovni bršljan..... | 19. |
| Sl.11. Poskok..... | 20. |
| Sl.12. Riđovka..... | 21. |
| Sl.13. Talijanska ljutica..... | 22. |
| Sl.14. Stepska riđovka..... | 23. |
| Sl.15. Slika otrovne žlezde u zmija otrovnica..... | 24. |
| Sl.16. Stršljen i osa..... | 26. |
| Sl.17. Primjerak ženke crne udovice sa crvenim pjegama..... | 28. |
| Sl.18. Štipavac obični..... | 31. |
| Sl.19. Pauk bijelac..... | 35. |
| Sl.20. Velika crvena škrpina..... | 36. |
| Sl.21. Smeđa vlasulja..... | 39. |
| Sl.22. Gljiva ludara..... | 40. |
| Sl.23. Proljetni hrčak (gljiva iz porodice giromitra)..... | 41. |

POPIS TABLICA

| | |
|---|-----|
| Tab. 1. Prikaz otrova i njihovih protuotrova..... | 69. |
|---|-----|