

# Fiziološki učinci termoterapije

---

**Damjanović, Darija**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:178:700819>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-20**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Veterinary Medicine -  
Repository of PHD, master's thesis](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET

**Darija Damjanović**

**FIZIOLOŠKI UČINCI TERMOTERAPIJE**

Diplomski rad

Zagreb, 2018.

Ovaj rad izrađen je na Zavodu za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju te na Zavodu za fiziologiju i radiobiologiju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

**Predstojnik Zavoda za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju:** prof. dr. sc. Damir Stanin

**Predstojnik Zavoda za fiziologiju i radiobiologiju:** prof. dr. sc. Suzana Milinković Tur

**Mentori:** Doc. dr. sc. Zoran Vrbanac

Doc. dr. sc. Ana Shek Vugrovečki

**Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:**

1. Doc. dr. sc. Ivona Žura Žaja
2. Doc. dr. sc. Ana Shek Vugrovečki
3. Doc. dr. sc. Zoran Vrbanac
4. Prof. dr. sc. Damir Stanin

## **Zahvala**

Prije svega zahvaljujem svojim mentorima; mentorici doc. dr. sc. Ani Shek Vugrovečki što me još prije tri godine uvela u svijet znanosti i znanstvenih istraživanja te je ostala uz mene do samog kraja uz ovaj diplomski rad i mentoru doc. dr. sc. Zoranu Vrbancu na pomoći i pristupačnosti prilikom izrade ovog diplomskog rada.

Veliko hvala mojim kolegama i kolegicama, one zaista posebne ne treba imenovati; hvala Vam na nezaboravnim i specifičnim trenucima tijekom mog akademskog obrazovanja.

Najveće hvala mojoj obitelji na podršci i strpljenju koju su mi neizmjereno pružali tijekom svih proteklih šest godina.

Posebno hvala dečku koji je bio uz mene kao najveća potpora, pogotovo na kraju studija koji je bio najteži.

## **POPIS PRILOGA**

### **SLIKE:**

1. Slika 1. Kontrola termoregulacije centralnog hipotalamusa

### **TABLICE:**

1. Tablica 1. Osjetilni receptori i njihov osnovni mehanizam akcije

### **KRATICE:**

1. ROM – Range of Motion
2. TPLO – Tibial Plateau Leveling Osteotomy

# SADRŽAJ RADA

|   |    |
|---|----|
| <b>1. UVOD</b> .....  | 6  |
| <b>2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA</b> .....            | 8  |
| 2.1. KRIOTERAPIJA.....                                      | 8  |
| 2.1.1. FIZIOLOŠKI UČINCI HLADNOĆE.....                      | 8  |
| 2.1.2. PRIMJENA KRIOTERAPIJE.....                           | 11 |
| 2.1.2.1. HLADNI OBLOZI.....                                 | 13 |
| 2.1.2.2. HLADNA KOMPRESIJA.....                             | 13 |
| 2.1.2.3. HLADNE KUPKE.....                                  | 14 |
| 2.1.2.4. KONTRASTNE KUPKE.....                              | 14 |
| 2.1.2.5. HLADNE MASAŽE.....                                 | 15 |
| 2.1.2.6. HLADNI SPREJEVI.....                               | 15 |
| 2.1.3. TERAPIJA, TRAJANJE I UČESTALOST.....                 | 15 |
| 2.1.4. MJERE OPREZA I KONTRINDIKACIJE.....                  | 16 |
| 2.1.5. APLIKACIJA KRIOTERAPIJE PREKO POSTOJEĆIH ZAVOJA..... | 16 |
| 2.1.6. POSTOPERATIVNA KRIOTERAPIJA.....                     | 17 |
| 2.2. TERAPIJA TOPLINOM.....                                 | 17 |
| 2.2.1. FIZIOLOŠKI UČINCI TOPLINE.....                       | 17 |
| 2.2.2. PRIMJENA TOPLINE.....                                | 19 |
| 2.2.2.1. TOPLI OBLOZI.....                                  | 20 |
| 2.2.2.2. TOPLA VODA.....                                    | 21 |
| 2.2.2.3. PARAFINSKE KUPKE.....                              | 21 |
| 2.2.2.4. INFRACRVENE SVJETILJKE.....                        | 21 |
| 2.2.3. TRAJANJE I UČESTALOST LIJEČENJA.....                 | 22 |
| 2.2.4. MJERE OPREZA I KONTRAINDIKACIJE.....                 | 22 |
| <b>3. RASPRAVA</b> .....                                    | 24 |
| <b>4. ZAKLJUČCI</b> .....                                   | 26 |
| <b>5. LITERATURA</b> .....                                  | 27 |
| <b>6. SAŽETAK</b> .....                                     | 29 |
| <b>7. SUMMARY</b> .....                                     | 30 |
| <b>8. ŽIVOTOPIS</b> .....                                   | 31 |

# 1. UVOD

## DEFINICIJA I FIZIKALNA SVOJSTVA

Aplikacija topline i hladnoće na površinu tijela odnosno kožukao oblik terapije u liječenju bolesti ili trauma naziva se termoterapija. Ova metoda poznata je i koristi se od davnina kod ozljeda mekih tkiva i zglobova s ciljem smanjenja osjeta boli, a na način da potiče osnovne fiziološke procese cijeljenja tkiva s utjecajem na elastičnost vezivnog tkiva, funkcije mišića, tetiva, ligamenata i zglobnih čahura.

Životinja prilagođava svoju tjelesnu temperaturu na temelju informacija prikupljenih od strane perifernih receptora, a pomoću aktivnih mehanizama poput drhtanja, znojenja i prilagodbe lokalne cirkulacije. Upravo na temelju tih procesa zasniva se termoterapija.

Po fizikalnim svojstvima, zahvaljujući upotrebi infracrvenog zračenja, termoterapija spada u infracrveni dio elektromagnetskog spektra. Pri tom vrijedi pravilo, što je kraća valna duljina, to je veća frekvencija te plića dubina prodiranja. Biološki učinci elektromagnetskog zračenja ovisit će o: frekvenciji, trajanju izloženosti, karakteristikama tkiva te njegovoj gustoći.

Elektromagnetska energija i njeno prenošenje kroz tijelo podliježu nekim zakonima fizike. Prvi je Arndt – Schultz-ov princip koji kaže da tkivo mora apsorbirati energiju toplinskog činitelja kako bi se stimulirala normalna funkcija tkiva. Ako je absorbirana energija nedovoljna za stimulaciju tkiva, učinak će izostati. Ukoliko je energija prevelika, može doći do oštećenja. Drugi zakon je Grotthus – Draper-ov koji određuje kretanje energije. Ako tkivo ne apsorbira energiju, ona će se prenijeti na dublje slojeve tkiva. Ukoliko se energija apsorbira samo na površini, manje energije će se prenijeti na dublje slojeve te će doći do manje prodornosti. Kada energija dođe u dodir s tkivom, moguća su tri daljnja ishoda: energija će biti odbijena (npr. odbijena o površinu kože), prelomljena (npr. između dermisa i potkožne masti) ili apsorbirana (npr. u mišić) (DRAGONE i sur., 2013.).

Toplina se fiziološki prenosi sljedećim mehanizmima: kondukcija (spontani, direktni prijenos topline između dva tijela), konvekcija (prijenos topline u tvarima koje mogu strujati tj. u tekućinama i plinovima), radijacija (prijenos topline na način da zagrijano tijelo odašilje

elektromagnetsko zračenje, a hladnije tijelo se zagrijava apsorpcijom energije zračenja), evaporacija (ili isparavanje tj. prelazak tekućine ili krutine u plinovito stanje pri čemu dolazi do hlađenja), konverzija (u ovom slučaju, pretvaranje netoplinskog izvora energije koja prodire kroz tkivo i pretvara se u toplinsku energiju) (DRAGONE i sur., 2013.).

Procijenjena dubina prodiranja za većinu infracrvenih termalnih oblika (oblozi, kupke, svjetlosni infracrveni uređaji) je prosječno 1-2 cm.

Posebnost ovog oblika terapije leži u tome što ona može biti primjenjena na više različitih načina – od upotrebe tople i hladne vode, obloga, masaža, kupki pa sve do vrtložnih i kompresijskih oblika termoterapije.

### KARAKTERISTIKE KRIOTERAPIJE I TERMOTERAPIJE

Liječenje hladnoćom odnosno krioterapija definirana je kao terapijska aplikacija bilo koje tvari koja odvodi toplinu od tijela te rezultira smanjenjem tkivne temperature (NADLER i sur., 2004.). Najčešće se koristi u akutnim stanjima, nakon trauma, kod zaustavljanja krvarenja, za smanjenje upale, edema i mišićnog spazma. Kriokinetika je metoda koja kombinira krioterapiju i pokret kako bi se olakšale normalne kretnje ili smanjila bolnost i edem za vrijeme aktivnosti mišića te olakšao fiziološki povrat limfe u krvotok. Primarna korist kriokinetike jest olakšati pacijentovu mogućnost da izvodi vježbe u početku rehabilitacije bez osjećaja boli. Kako se znakovi akutne upale počnu smanjivati veterinar može, ukoliko je indicirano, promijeniti terapiju u toplinsku (DRAGONE i sur., 2013.).

Upotreba topline je, za razliku od krioterapije, aplikacija neke tvari na tijelo koja će dovesti do zagrijavanja tijela rezultirajući povećanjem temperature u tkivu (NADLER i sur., 2004.). Najčešće se koristi prije razgibavanja, rastezanja i vježbanja kako bi se povećao opseg kretnji ("range of motion – ROM"), a sve kako bi se iskoristile fiziološke prednosti povišenja temperature tkiva, uključujući promjene svojstava viskoznosti i elastičnosti što rezultira povećanjem rastezljivosti mekih tkiva i smanjenjem ukočenosti zglobova. Uz to, toplina dovodi do vazodilatacije koja povećava oksigenaciju i transport metabolita do tkiva koje se terapeuta te povećava razinu enzimskih i biokemijskih reakcija koje mogu olakšati cijeljenje. Nekada ipak prerana aplikacija topline za vrijeme cijeljenja može dovesti do pojačanja upalne reakcije i povećane enzimске aktivnosti štetne za neka tkiva (pr. hrskavice) (DRAGONE i sur., 2013.).



Termoterapija može biti površinska ili dubinska, ovisno o metodi odnosno agensu koji se upotrebljava te željenom učinku i području aplikacije topline.

## **2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA**

### **2.1. KRIOTERAPIJA**

Krioterapija ili liječenje upotrebom hladnoće je jedna od najstarijih metoda fizikalne terapije. Hladnoća kao oblik terapije se tada, kao i danas, koristila u najvećoj mjeri nakon trauma ili kirurških zahvata. No danas, ne samo da se koristi nakon ozljeda tkiva i za ublažavanje posljedica istih, nego i nakon vježbanja za vrijeme rehabilitacije kako bi se smanjio potencijalni štetni učinak sekundarnog upalnog odgovora (DRAGONE i sur., 2013.).

#### **2.1.1. FIZIOLOŠKI UČINCI HLADNOĆE**

Najvažniji fiziološki učinci ovog oblika terapije su: smanjenje otečenja, vazokonstrikcija, analgezija, usporavanje cirkulacije, točnije dotoka krvi i smanjenje oštećenja tkiva posljedično djelovanju enzima.

Smanjen dotok krvi usporit će nastanak edema nakon ozljede ili kirurškog zahvata, a hlađenje tkiva umanjit će reakcije povezane s akutnim upalnim odgovorom zahvaljujući inhibiciji enzimskih učinaka (smanjeno otpuštanje histamina koji dovodi do oštećenja tkiva). Primjerice, fiziološki, na temperaturama ispod 30°C dolazi do inhibicije djelovanja enzima hlskavice - proteaza, hijaluronidaza i kolagenaza koji dovode do razaranja hlskavice.

Primarni učinak krioterapije je vazokonstrikcija posredovana lokalnim refleksima središnjeg živčanog sustava. Ona dovodi do usporavanja cirkulacije i posljedično do smanjenja otečenja, krvarenja i cirkuliranja upalnih stanica. Vazokonstrikcija krvnih žila također će pomoći u smanjenju boli na način da stvara pritisak na nociceptore koji su bili stimulirani od strane fiziološki povećane brzine provodljivosti živčanih impulsa i kao odgovor na otečenje i pojavu edema.

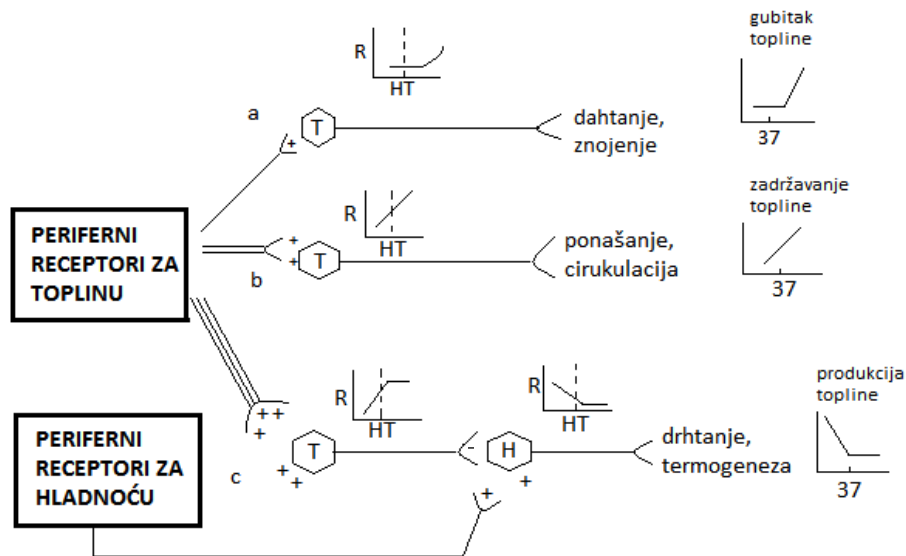
Analgetički odgovor na terapiju hladnoćom je posredovan od strane perifernog živčanog sustava. Periferni toplinski receptori su podijeljeni na: kutane mijelinizirane receptore tipa III ili A delta - koji su osjetljivi na oštru bol (ubode i sl.) i hladnoću; demijelinizirane receptore tipa IV ili C receptore odgovorne za opću bol i demijelinizirane receptore tipa IV ili C kutane receptore – koji su reagiraju na bol i temperature (Tablica 1).

Tablica 1. Senzorički receptori i njihov osnovni mehanizam akcije (Guyton i Hall, 2006.).

| RECEPTOR         | TIP | KLASIFIKACIJA | LOKACIJA | FUNKCIJA   |
|------------------|-----|---------------|----------|--|
| MIJELINIZIRANI   | A   | Ia            | mišić    | Reakcija na primarni završetak mišićnog vretena                            |
|                  | A   | Ib            | tetiva   | Reakcija na Golgijev tetivni organ   |
|                  | A   | II            | mišić    | Reakcija na skraćenje mišića   |
|                  | A   | II            | koža     | Reakcija na sekundarni završetak mišićnog vretena i promjenu dužine mišića |
|                  | A   | III           | koža     | Reakcija na: ubod, oštru bol, niske temperature, lagani dodir              |
| DEMIJELINIZIRANI | C   | IV            | mišić    | Reakcija na bol općenito   |
|                  | C   | IV            | koža     | Reakcija na: bol, toplinu  |

Demijelinizirani kutani receptori reagiraju na toplinu i na razinu temperaturnih promjena. Receptori osjetljivi na hladnoću počinju reagirati na 36°C i povećavaju svoju brzinu reakcije dok ne dosegnu maksimum pri približno 25°C. Brzina reagiranja naglo pada pri temperaturama ispod 20°C, a postaje minimalna kada se receptori ohlade na 10-12°C. Toplinski receptori također počinju reagirati pri temperaturama između 33-36°C, brzo dosežući maksimum reakcije pri 43°C i padaju na minimalnu razinu reagiranja na 45°C. Oba tipa receptora se vrlo brzo prilagođavaju temperaturnim promjenama.

Centralni neuroni osjetljivi na toplinu u preoptičkom i prednjem dijelu hipotalamusa odgovaraju na temperaturne promjene autonomnim odgovorom kako bi stimulirali zadržavanje topline u tijelu mijenjajući površinsku termoregulaciju (npr. izazivanje dahtanja) (Slika 1.).



Slika 1. Kontrola termoregulacije centralnog hipotalamusa.

Diagram pokazuje reakciju neurona na različite termoregulacijske podražaje: + - ekscitacijski podražaj; - - inhibicijski podražaj; isprekidana linija – termoneutralna temperatura; H – neuroni osjetljivi na hladno; R – razina reagiranja neurona; HT – hipotalamusna temperatura; T – neuroni osjetljivi na toplinu (BOULANT i DEAN, 1986.).

Kao što je već spomenuto, jedan od primarnih učinaka krioterapije je i postizanje analgetičkog učinka uz smanjenje mišićnog spazma do kojeg dolazi zbog povećane živčane provodljivosti nakon primjene hladnoće. Ova povezanost, poznata kao Q10 učinak, se smatra lineranom do 10°C kada se blokira živčani prijenos. Hlađenje živaca također povećava trajanje refrakternog perioda odnosno vremena kada živac više ne može biti stimuliran sekundarnim impulsom. Mišićni spazam se uz pomoć krioterapije reducira preko brojnih mehanizama. Spazam mišićja dovodi do povratka venske krvi, akumulacije laktata i nastanka acidoze. Mišićno vreteno (proprioceptor smješten u skeletnom mišićju osjetljiv na istezanje; zapaža promjene njegove duljine) i receptor Golgijevog tetivnog organa (proprioceptor smješten u tetivama skeletnog

mišićja koji zamjećuje promjene tetivne napetosti nastale kao posljedica mišićne kontrakcije ili pasivnog istezanja mišića) reagiraju sporije kada se ohlade. Naglo hlađenje ima ekscitacijski učinak na mišićno vreteno rezultirajući povećanjem alfa motoneuronske aktivnosti te povećanjem sposobnosti očuvanja mišića. Kako se temperatura smanjuje, primarna vretenasta aferentna aktivnost se smanjuje.

Svakako, primjena krioterapije zahtjeva od kliničara poznavanje i razumijevanje fiziologije i biomehanike mišićne akcije. Upotreba hladnoće uz fizikalne vježbe je učinkovita kombinacija u liječenju akutne muskuloskeletalne disfunkcije. Kombiniranje ta dva učinka omogućuje vježbanje bez boli i pomaže mišićima da uz svoju aktivnost smanje akutnu upalu i povezano otečenje (DRAGONE i sur., 2013.).

Zahvaljujući ovim učincima aplikacija hladnoće je upravo najučinkovitija kada se aplicira za vrijeme akutne upale, unutar 72h nakon operacije ili nastanka ozljede (DRAGONE i sur., 2013.).

Ponekad, krioterapija može biti korisna i u kroničnih bolova, u situacijama poput artritisa. U tom slučaju njena primjena može olakšati bol, smanjiti edem, usporiti procese kolagenolize te reducirati upalu i daljnje oštećenje samog zgloba (BOCOBO i sur., 1991.).

Zahvaljujući analgetskom učinku, upotreba krioterapije može smanjeniti potrebu za uzimanjem nesteroidnih protuupalnih lijekova. Ovaj efekt je primjećen nakon operacije prednjeg križnog ligamenta (DRYGAS i sur., 2011.).

Krioterapija se trenutno najviše koristi u postoperativnom liječenju za smanjenje otečenja i boli, kod muskuloskeletalnih ozljeda, grčeva mišića te nakon vježbanja kako bi se prevenirao nastanak edema i boli.

U istraživanju provedenom na grupi od 60 štakora s izvedenim nagnječenjem, dokazano je da uz primjenu krioterapije, nakon 15 minuta od aplikacije dolazi do značajnog smanjenja edema u usporedbi s grupom koja nije primila krioterapiju nakon nagnječenja (DEAL i sur., 2002.).

### 2.1.2. PRIMJENA KRIOTERAPIJE

Terapija hladnoćom se može primjenjivati na različite načine: od onih jednostavnih, kućne izrade, kao što su: hladni oblozi, led zamotan u tkaninu, smrznuto povrće, uranjanje u hladnu vodu ili kontrastne kupke; do komercijalnih preparata poput: prekrivača s cirkulirajućom vodom,

paketa s ledom ili gelom koji se mogu višekratno koristiti, uređaja za hladnu kompresiju, sprejeva za hlađenje i sl. Odabir metode ovisi o željenom učinku, dubini prodiranja hladnoće u tkivo, stupnju cjeljenja tkiva i fiziološkim učincima samog područja koje se terapeuta (DRAGONE i sur., 2013.)

Učinci krioterapije se, kao što je već spomenuto, postižu zahvaljujući navedenim fizikalnim mehanizmima: kondukcija (paketi s ledom, hladni oblozi, hladne masaže, kontrastne kupke, primjena hladne kompresije), konvekcija (hladne kupke), evaporacija (sprejevi za hlađenje) (STEISS i LEVINE, 2005.).

Može se primjeniti lokalno i generalizirano. Lokalna aplikacija hladnoće uz već navede pozitivne učinke dovodi i do povećanja čvrstoće vezivnog tkiva te može privremeno povećati mišićnu rastezljivost. S druge strane, generalizirana aplikacija hladnoće (aplikacija preko cijelog ili velikog dijela tijela) može imati neke negativne učinke kao što su: smanjeno disanje, generalizirana vazokonstrikcija kao odgovor na pad temperature koji zabilježi hipotalamus, povećana napetost mišićja što dovodi do pojačanog grčenja i povećanog mišićnog tonusa drhtanjem (STEISS i LEVINE, 2005.).

Kako bi se spriječio mogući nastanak ozljeda terapeuta tkiva, iz higijenskih razloga te kako bi se omogućila udobnost pacijentu, između kože i izvora hladnoće se preporuča staviti neki oblik tkanine ili ručnik i sl. Vrlo je važno promatrati reakcije kože za vrijeme terapije. Normalna reakcija kože na kraju krioterapije je crvenilo, a poremećen odgovor koji ukazuje na oštećenje je blijedilo kože. U nekih pasa zbog pojačane pigmentacije ove promjene boje možda neće biti vidljive pa bi trebalo smanjiti vrijeme trajanja aplikacije ukoliko sumnjamo da bi mogli pogriješiti ili pretjerati. Očekivane promjene koje se vrlo često javljaju su: lagano peckanje, bol i utrnulost.

Iako je krioterapija površinska metoda, njeni učinci su zabilježeni i u dubini 1-4 cm u tkivu. Dubina prodiranja hladnoće ovisi o količini masnog tkiva i lokalnoj cirkulaciji. Iz tih razloga krioterapija je učinkovitija na distalnim područjima udova gdje se zglobne kapsule, tetive i ligamenti nalaze više na površini i gdje ima manje masnog tkiva (DRAGONE I SUR., 2013.).

### 2.1.2.1. HLADNI OBLOZI

Hladni oblozi se koriste u raznim oblicima: zdrobljeni led umotan u tkaninu, led u plastičnoj vrećici omotan u mokri ručnik, ohlađena otopina vode i alkohola u omjeru 3:1 ili 4:1. Postoje i brojni komercijalni oblici gotovih hladnih obloga koji se mogu višekratno koristiti. Vrijeme aplikacije ovog oblika terapije je najčešće 10-20 minuta. Kod upotrebe otopine vode i alkohola treba biti na oprezu jer je mogućnost nastanka posljedičnih ozljeda veća. Hladne obloge nikada ne smijemo aplicirati direktno na kožu. Uvijek treba koristiti sloj tkanine, bilo da je suha ili mokra (mokra brže odvodi hladnoću) između izvora hladnoće i kože. Od komercijalnih obloga, oni smrznuti u krutom stanju pokazuju bolje učinke nego oni u gelu. Oblozi koji sadrže etilen glikol (antifriz) se ne preporučaju za upotrebu kod životinja zbog mogućeg otrovanja ukoliko dođe do ingestije. Istraživanja su pokazala da, u normalnim okolnostima, upotreba hladnih obloga rezultira hlađenjem tkiva s minimalnim utjecajem na opću tjelesnu temperaturu (KNIGHT i DRAPER, 2008.). Pokazalo se i da učinak hlađenja doseže plato nakon 30 minuta što nam govori da nakon toga nema daljnjeg učinka u smanjenju, pr. intraartikularne temperature (BOCOBO i sur., 1991.). Druga istraživanja su pokazala da temperatura u dubljim tkivima (1-3 cm) može ostati smanjena i do 70 minuta nakon uporabe hladnih obloga, a nakon upotrebe obloga, brzina cirkulacije u dubljim tkivima se povećava, vjerovatno kako bi se temperatura tkiva vratila na bazalnu razinu (VANNETTA i sur., 2006.).

Kanlayanaphotporn i Janwantanakul su 2005. godine dokazali da paketi s ledom te otopina alkohola i vode imaju znatno veći učinak u snižavanju temperature s površine kože u usporedbi s komercijalnim zamrznutim gelom i zaleđenim povrćem (graškom) (KANLAYANAPHOTPORN i JANWANTANAKUL, 2005.).

### 2.1.2.2. HLADNA KOMPRESIJA

Postoje uređaji koji naizmjenično pumpaju hladnu vodu i zrak kroz odvojene cijevi u rukavcu omotanom oko uda pacijenta. Na taj se način naizmjenično postiže kompresija pod tlakom u rukavcu sa zrakom. Temperatura vode u takvim uređajima obično je između 2-10°C. Najčešće se koriste za lječenje akutne faze upale i kod cjeljenja tkiva (DRAGONE i sur., 2013).

Hladna kompresija se može izvesti i mehanički, pritiskom hladnog predmeta na kožu što će također dovesti do smanjenja temperature i površinskih i dubljih tkiva. Millard i suradnici su 2013. godine proveli istraživanje na 10 zdravih, odraslih pasa kod kojih se primjenila hladna kompresija s komercijalnim zamrznutim gelom ohlađenim na  $-16.8^{\circ}\text{C}$ . Aplikirana je kroz vremenske periode od 5, 10 i 20 minuta te su se bilježile promjene u temperaturi svake minute kroz 10 minuta od odmicanja gela, a zatim svakih 5 minuta dok se temperatura nije vratila unutar 2% od početne. Temperatura na površini kože se znatno smanjila unutar 5 minuta u usporedbi s početnom. U dubljim tkivima nije bilo promjena. Hlađenje na 10 i 20 minuta nije pokazalo značajnu razliku u usporedbi s hlađenjem od 5 minuta (MILLARD i sur., 2013.).

#### 2.1.2.3. HLADNE KUPKE

Ovaj oblik terapije se temelji na uranjanju zahvaćenog dijela tijela u posudu ili kadu s hladnom vodom. Temperatura vode za ovaj tip liječenja je obično  $2-16^{\circ}\text{C}$  i ono traje otprilike 10-20 minuta. Kupke u hladnoj vodi rezultiraju većim padom tkivne temperature jer je veća površina tijela u kontaktu s hladnim izvorom. Ovaj oblik krioterapije je kompliciran za uporabu u veterinarskoj medicini jer zahtjeva mirovanje pacijenta dok stoji u posudi ili kadi s hladnom vodom. Ciljno tkivo terapijanja bi trebalo biti jedini dio tijela uronjen u vodu. Ova metoda se nebi trebala koristiti kod velikih rana zbog povećanog rizika infekcije i produženog vremena cijeljenja.

#### 2.1.2.4. KONTRASTNE KUPKE

Ova metoda koristi naizmjeničnu primjenu tople i hladne vode na određeno područje. To dovodi do izmjena vazodilatacije i vazokonstrikcije što se najčešće koristi za smanjenje edema. Kontrasne kupke su prikladne ne samo u akutnoj fazi nego i za vrijeme rane subakutne faze cijeljenja tkiva. Za vrijeme akutne faze cijeljenja ciklusi izmjena bi trebali imati veći udio na hladnu vodu. Primjerice, primjena hladne vode kroz 3 minute, a zatim tople vode samo 1 minutu. Kako cijeljenje tkiva napreduje tako se vrijeme provođenja u toploj vodi može povećavati, a u hladnoj smanjivati. Vrijeme trajanje ovakve terapije iznosi 15-30 minuta. Liječenje edema treba uvijek završiti primjenom hladne vode. Ovaj oblik liječenja može se koristiti i kod stanja poput kroničnih edema, subakutnih trauma, uganuća, naprezanja i tendinitisa. Kao alternativa ovoj metodi može se koristiti izmjena toplih i hladnih obloga.

#### 2.1.2.5. HLADNE MASAŽE

Zamrznuta voda u posudama cilindričnog oblika koristi se kao medij za izvođenje hladnih masaža. Kako bi se aplicirao ovaj oblik terapije, kliničar drži posudu sa hladnom površinom izloženom prema površini tijela te ju stavlja u direktni kontakt s pacijentovom kožom. Vrijeme liječenja je otprilike 5-10 minuta ili dok zahvaćeno područje ne postane eritematozno, blago ružičasto ili crveno i utrnulo. Ova metoda je korisna za primjenu na malim, nepravilnim područjima.

#### 2.1.2.6. HLADNI SPREJEVI

Ovi sprejevi sadrže tekućinu koja omogućava kratak i nagli hladni učinak nakon aplikacije na kožu. U trenutku kontakta s kožom sprej apsorbira toplinu te povećanjem temperature prelazi iz tekućine u maglicu. Kako bi se koristio za točno određene točke, mišić treba namjestiti u lagano istegnuto položaj te sprej koristiti u smjeru od proksimalnog prema distalnom dijelu, brzinom 10 cm/sek, a s udaljenosti od 30 cm od kože. Važno je napomenuti da treba nasprejati cijelu dužinu mišića, a mišić treba biti lagano istegnut za vrijeme i nakon aplikacije. Ovaj oblik se u ljudi najčešće koristi površinski preko kože kako bi se zahvatila točno određena točka. U životinja to može biti teže izvedivo zbog dlačnog prekrivača koji sprječava dodir spreja s kožom. Također, neki od komercijalno dostupnih sprejeva mogu biti štetni za zdravlje životinje ukoliko dođe do ingestije ili kontakta s očima.

#### 2.1.3. TERAPIJA, TRAJANJE I UČESTALOST

Trajanje krioterapije ovisi o izabranom obliku izvođenja te području terapijanja. Sama aplikacija najčešće traje 15-20 minuta te može biti ponovljena kroz dan. Najčešća metoda je da se hlađenje određenog područja ponavlja svaka 2-4 sata unutar prvih 24-48 sati od nastanka ozljede ili drugi način, da se primjenjuje 10-15 minuta, a zatim 10-15 minuta odmara pa se tako ponovi 2 puta. Terapija hlađenjem nebi smjela trajati duže od 20-30 minuta po aplikaciji kako bi se izbjegla potencijalna ozljeda tkiva kao i da bi se izbjegla neželjena stimulacija lokalne vazodilatacije i nastanka edema.



#### 2.1.4. MJERE OPREZA I KONTRINDIKACIJE

Prije aplikacije topline ili hladnoće treba provjeriti stanje kože; na njoj ne smije biti znakova crvenila, opekline, rana niti krasti te ju također treba testirati na razinu osjetljivosti kako bi se spriječile dodatne ozljede ili kako nebi došlo do smanjenja učinkovitosti terapije. Područje terapanja treba očistiti i promatrati za vrijeme aplikacije topline ili hladnoće (DRAGONE i sur. 2013.).

Pretpostavlja se da terapijski učinak krioterapije počinje kada temperatura tkiva padne na 15-19°C. Ukoliko se na ozljeđenom području nalazi i smrzotina nastala ranije, to područje treba izbjegavati. Iako je ponekad teško provjeriti stanje kože naših pacijenata zbog pigmentacije i dlačnog pokrivača, to ipak svakako treba učiniti nakon prvih 5-10 minuta kako bi bili sigurni da je liječenje sigurno. S većim oprezom krioterapiju treba koristiti kod: otvorenih rana, fraktura, područja gdje bi moglo doći do oštećenja senzornih ili motornih živaca, prethodnih ozeblina, u pacijenata s hipertenzijom (hladnoća može dovesti do povišenja krvnog tlaka), područja sa smanjenom ili odsutnom osjetljivošću te kod jako mladih ili jako starih pacijenata.

#### 2.1.5. APLIKACIJA KRIOTERAPIJE PREKO POSTOJEĆIH ZAVOJA

Životinje često na sebi, nakon operacija ili sanacija ozljeda, imaju neki oblik zavoja ili udloga smještenih preko udova. Zbog koristi krioterapije za vrijeme akutne faze preporuča se aplikaciju izvršiti preko zavoja kako bi se izbjeglo skidanje i ponovo stavljanje istih. U slučaju postojanja udloga nakon liječenja fraktura, nikako nebi bilo preporučljivo skidati ili mjenjati udlogu nekoliko puta dnevno. Generalno se vjerovalo da zavoji i udloge sprječavaju ili smanjuju utjecaj hladnoće na kožu kada se ona aplicira preko njih, ali su istraživanja u humanoj medicini pokazala da to ipak nije tako pa se vjeruje da je i u životinja slično (OKCU i YERCAN, 2006.). Najmanji pad temperature se pokazao kod primjene hladnoće preko Robert-Jonesovog zavoja. Ipak ova istraživanja su rađena samo na temelju smanjenja temperature kože, a utjecaj na dublja tkiva je ostao nepoznat. Vrijeme potrebno da bi došlo do maksimalnog hlađenja je približno 1 sat (OKCU i YERCAN, 2006.).

U istraživanju koje se provelo na 24 psa s rupturom prednjeg križnog ligamenta također se pokazalo da je najslabiji učinak terapije preko Robert-Jonesovog zavoja, ali da je prodiranje hladnoće ipak imalo učinka u usporedbi sa samostalnom upotrebom Robert-Jonesovog zavoja, bez primjene hladnoće. Najbolji rezultati su se pokazali u pasa kod kojih je primjenjena krioterapija hladnom kompresijom i hladnom kompresijom preko običnog povoja (REXINGi sur., 2010.).

#### 2.1.6. POSTOPERATIVNA KRIOTERAPIJA

Istraživanja su pokazala da kod pacijenta nakon TPLO (Tibial Plateau Leveling Osteotomy – poravnanje platoa tibije) operacije terapija hladnom kompresijom dovodi do smanjenja boli, otečenja, šepanja te dolazi do povećanog opsega kretanja unutar prvih 24 sata nakon operacije (DRAGONE i sur., 2013.).

### 2.2. TERAPIJA TOPLINOM

Uz hladnoću, primjena topline je jedan od najstarijih oblika fizikalne terapije. Toplina od tijela koja površinski zagrijevaju prodiru u dubinu tkiva do približno 2 cm dok dubinska griju tkiva i na dubini do 5 cm (STEISS i LEVINE, 2005.). Iako se temperatura kože može povećati za 10°C ili više, tkiva na dubini 1 cm se zagriju tek za 3°C, a tkiva na 2 cm dubine za manje od 1°C (DRAGONE i sur., 2013.).

#### 2.2.1. FIZIOLOŠKI UČINCI TOPLINE

Toplinski učinci su suprotni od učinaka hladnoće, osim što oba dovode do smanjenja boli i mišićnog spazma (STEISS i LEVINE, 2005.). S povećanjem tkivne temperature javljaju se: sedativni i analgetički učinak, povećana migracija leukocita u zagrijano područje, ubrzan metabolizam te dilatacija arteriola koja rezultira povećanim kapilarnim krvotokom i smanjenjem krvnog tlaka. Ostale prednosti površinske topline su i smanjenje edema te povećanje ugone kod

pacijenata. Najvažnije fiziološke prednosti aplikacije topline su: ubrzana cirkulacija i posljedično vazodilatacija, smanjenje boli, povećanje rastezljivosti mekih tkiva i opuštanje mišićnog spazma. Toplina uzrokuje vazodilataciju i ubrzanje cirkulacije i limfnog optoka te tako potencira reapsorpciju edema što pomaže u odvođenju tkivnih metabolita i dovodi do povećane oksigenacije tkiva. Fiziološki se razina metabolizma povećava za 2-3 puta svakih 10°C. Povećana enzimska i metabolička aktivnost je promatrana u tkivima na temperaturama od 39-43°C, a stopa aktivnosti nastavlja je rasti sve do 45°C (MENSE, 1978.). Iznad toga počinje dolaziti do denaturacije proteina te se aktivnost enzima smanjuje sve do potpunog prestanka na 50°C. Svako povećanje enzimске aktivnosti rezultat je ubrzanih biokemijskih procesa u stanicama. To dovodi do povećanja unosa kisika i ubrzavanja cijeljenja, ali također može dovesti i do razarajućih procesa.

Terapija toplinom uzrokuje vazodilataciju različitim mehanizmima, uključujući direktnu refleksnu aktivaciju glatkih mišića krvnih žila preko kutanih termoreceptora; indirektnu aktivaciju lokalnih refleksa kralježnične moždine preko kutanih termoreceptora i povećano lokalno otpuštanje biomedijatora upale (histamina, prostaglandina, bradikinina). Sve to dovodi do povećane propusnosti kapilara (DRAGONE i sur., 2013.)

Površinska toplinska tijela stimuliraju aktivnost kutanih termoreceptora. Pretpostavlja se da je prijenos od kutanih termoreceptora preko njihovih aksona u direktnoj komunikaciji sa susjednim potkožnim krvnim žilama kako bi došlo do otpuštanja bradikinina i dušikovog oksida. Bradikinin i dušikov oksid se ponašaju kao vazoaktivni medijatori stimulirajući opuštanje glatkih mišića stijenki krvnih žila što dovodi do vazodilatacije. Takva vazodilatacija se javlja lokalno, na području gdje je aplicirana toplina. Kutani termoreceptori također komuniciraju preko dorzalnog korijena ganglija do sinapse s interneuronom u dorzalnom rogu sive tvari kralježnične moždine. To dovodi do smanjenja simpatičke aktivnosti što uzrokuje smanjenu kontraktilnost glatkih mišića te rezultira vazodilatacijom i na mjestu aplikacije topline i u potkožnim žilama distalnih dijelova ekstremiteta. Ovaj efekt se može koristiti kako bi se povećala potkožna cirkulacija na područjima gdje je nesigurno direktno aplicirati zagrijavajuće tijelo. Vazodilatacija žila na distalnim dijelovima može pomoći u reapsorciji edema ali i na isti način može dovesti do stvaranja edema ukoliko se aplicira za vrijeme akutne upale.

Lokalna aplikacija topline ubrzava provodljivost senzoričkih i motoričkih živaca te posljedično do smanjenja boli i mišićnog spazma. Brzina provodljivosti se povećava za približno 2 m/sek za

svaki 1°C povećanja temperature. Sljedeći učinak je smanjenje boli. Kao odgovor na ozljedu, aktiviraju se specifični živčani završeci – nociceptori. Oni prenose živčane signale preko kralježnične moždine do mozga gdje dolazi do prepoznavanja boli kao osjeta (NADLERi sur., 2004.). Nekoliko istraživanja je pokazalo da lokalna aplikacija topline može povisiti individualni prag osjetljivosti na bol te da podražaj koji aktivira samo ne-nociceptorne živce može inhibirati bol (MELZACK i WALL, 1965.). Područje mozga zaduženo za smanjenje osjeta boli je periakveduktalna siva tvar koja okružuje treći ventrikul i cerebralni akvedukt ventrikularnog sustava. Stimulacija tog područja dovodi do analgezije aktiviranjem silaznih puteva koji direktno i indirektno inhibiraju nociceptore lamine kralježnične moždine te također aktivira dijelove opioidnih receptora u kralježničnoj moždini.

Mišićna snaga i izdržljivost mogu se smanjiti za vrijeme 30 minuta nakon primjene dubokih ili površinskih zagrijavajućih tijela. Nakon 30 minuta od aplikacije topline te kroz iduća 2 sata, mišićna snaga se postepeno oporavlja, a nakon toga raste na razinu višu od početne.

Povećanjem temperature mekih tkiva povećava se njihovu rastezljivost. Kada se meko tkivo zagrije prije istezanja, dobivena dužina traje duže vrijeme nakon upotrebe sile te je manje sile i potrebno da bi se postiglo povećanje dužine. Uz to je i smanjen je rizik od mogućeg nastanka ozljede tkiva. Ukoliko se toplina aplicira na kolagena meka tkiva kao što su tetive, ligamenti, ožiljkasta tkiva ili zglobne čahure prije istezanja, povećat će se dužina tkiva te će se održati povećanom i nakon hlađenja. U suprotnom ako se kolagena tkiva istegnu bez prethodnog zagrijavanja i tkiva se produže uz upotrebu sile, većina učinka će se izgubiti nakon što mehaničko djelovanje prestane. Iz tog razloga terapija toplinom se može klinički koristiti za povećanje opsega pokretljivosti zglobova i smanjenje ukočenosti. Oba ova učinka su rezultat povećane rastezljivosti mekih tkiva koja se javlja s povećanjem temperature mekih tkiva. Ukoliko se tkiva ohlade prije istezanja, učinak prethodnog zagrijavanja je uzaludan (DRAGONE i sur. 2013.)

### 2.2.2. PRIMJENA TOPLINE

Površinska aplikacija topline zagrijavaju kožu i potkožna tkiva na dubini 1-2 cm. Tkiva se najčešće zagrijavaju kroz 15-20 minuta kako bi se proizvela hiperemija. Kao i kod primjene hladnoće, terapija toplinom se prenosi: kondukcijom (preko toplih obloga, hidroterapijom,

parafinskim kupkama), konvekcijom (hidroterapijom, zagrijanim zrakom), radijacijom (UV i infracrvenim lampama).

Subakutne i kronične upale ili traumatska stanja kao što su uganuća, nagnječenja, istegnuća i miozitisi se najčešće terapiraju toplinom. Primjeri površinskih zagrijavajućih tijela su: topli oblozi (bilo komercijalni ili kućne izrade), cijevi sa toplom vodom, parafinske kupke, prekrivači s cirkulirajućom toplom vodom, električni zagrijavajući jastučići i infracrvene svjetiljke (DRAGONE i sur., 2013.). Za posljednja dva se smatra da dovode do povećanog rizika od nastanka opekline (STEISS i LEVINE, 2005.). Još se mogu koristiti i zagrijavajući ležajevi za pse koji ujedno osiguravaju udobnost i koriste se za liječenje (najčešće artrozičnih promjena) (DRAGONE i sur., 2013.).

#### 2.2.2.1. TOPLI OBLOZI

Kao topli oblozi mogu se koristiti različiti oblici izrađeni od brojnih materijala – prirodnih - vreće napunjene usitnjenim prirodnim materijalom (npr. kukurozovinom ili grahom) (DRAGONE i sur., 2013.) i umjetnih - hidrofilni silikatni gel ili drugi inertni material (STEISS i LEVINE, 2005.); električni zagrijavajući jastučići, vlažne zagrijane tkanine ili prekrivači s cirkulirajućom toplom vodom (DRAGONE i sur., 2013.). Postoje različite vrste, veličine i oblici toplih obloga osmišljenih da odgovaraju različitim područjima tijela. Topli oblozi se mogu ponovno koristiti te obično zadržavaju toplinu kroz 20-30 minuta. Kliničar mora biti siguran da topli oblog nije prevruć, odnosno, treba se voditi pravilom da ukoliko sam sebi stavi isti oblog na vrat te ne osjeća nelagodu, onda je takav oblog siguran i za pacijenta. Također, može staviti svoju ruku između obloga i kože životinje te isto tako, ukoliko ne osjeća nelagodu, oblog je siguran. Važno je promatrati reakciju kože na zagrijavanje. Ukoliko koža postane jako topla ili vruća te izgleda zacrvenjeno, treba staviti još jedan sloj tkanine između obloga i kože. Ukoliko dođe do pregrijavanja, psi s normalnom osjetljivošću će se pokušati maknuti od izvora pregrijavanja, dok psi s poremećenom osjetljivošću možda neće reagirati te može doći do nastanka opekline. Topli oblozi su ipak relativno siguran oblik termoterapije jer se počnu hladiti za vrijeme apliciranja što minimalizira mogućnost nastajanja opekline (DRAGONE i sur., 2013.).

#### 2.2.2.2. TOPLA VODA

To je još jedan način površinskog apliciranja topline. Može se aplicirati direktno na određeno područje, preko tkanina zagrijanih toplom vodom ili područje koje želimo terapiirati može biti uronjeno u kupku tople vode ili vrtložnu kupku. Ukoliko je izabrana posljednja metoda, treba imati na umu da može doći do sistemskog zagrijavanja, povišenja krvnog tlaka i povećanja broja otkucaja srca (DRAGONE i sur., 2013.). Vrtložno strujanje vode ima prednost stoga što osigurava povećanje hidrostatskog tlaka na potopljena područja što će dovesti do smanjenja edema. Povećani hidrostatski tlak osigurava brži limfni i venski protok u smjeru od distalnog prema proksimalnom dijelu uda (STEISS I LEVINE, 2005.). Temperatura vrtložnog strujanja vode se temelji na individualnim potrebama životinje, a ovisno o stanju procesa (akutno ili kronično). Kod upotrebe podvodne pokretne trake u sklopu terapije toplinom, temperatura se kreće od 27-35°C, ovisno o energičnosti vježbanja životinje. Čak i nakon izvođenja vježbi, životinju se može uroniti u vodu na približno 30°C kako bi se postigao umjeren zagrijavajući učinak koji će ubrzati cirkulaciju te pomoći u otklanjanju mliječne kiseline i ostalih produkata metabolizma nastalih za vrijeme jakog vježbanja (DRAGONE i sur., 2013.).

#### 2.2.2.3. PARAFINSKE KUPKE

Zagrijani, otopljeni parafin je još jedna od metoda liječenja toplinom. Kako bi se koristio, miješa se s mineralnim uljem u omjeru 6:1 ili 7:1, kako bi se smanjila temperatura topljenja parafina s 54°C na 45-50°C. Parafin se sa sigurnošću može aplicirati pri ovoj temperaturi zbog svoje niske specifične topline i toplinske provodljivosti. On se obično koristi za zagrijavanje distalnih dijelova ekstremiteta zbog mogućnosti ostajanja u kontaktu na tim nepravilnim područjima. Vrijeme uporabe je 15-20 minuta. Uporaba parafinskih kupki u veterini je nespretna i ne koristi se često (DRAGONE I SUR., 2013.).

#### 2.2.2.4. INFRACRVENE SVJETILJKE

Infracrvene svjetiljke emitiraju elektromagnetsko zračenje u frekvenciji koja omogućava najbolju apsorpciju topline. Povećanje temperature tkiva posljedično ovom zračenju je direktno proporcionalno količini zračenja koje probija tkivo, a sve je u korelaciji sa snagom i valnom dužinom zračenja, udaljenosti od izvora zračenja i tkiva te koeficijentu apsorpcije tkiva. Veća

jačina dovodi više zračenja na kožu. One emitiraju infracrvenu svjetlost koja prodire u kožu te dovodi do ubrzanja cirkulacije. Ova metoda se koristi kako bi se zagrijala velika područja tijela. Svjetiljke se pozicioniraju na 30-40 cm udaljenosti od zahvaćenog područja. Kliničar bi trebao staviti svoju ruku na tu udaljenost kroz nekoliko minuta kako bi bio siguran da je temperatura primjerena. Zbog potrebe mirnoće životinja, ova metoda se u veterinarskoj medicini ne koristi često (DRAGONE i sur., 2013.).

### 2.2.3. TRAJANJE I UČESTALOST LIJEČENJA

Trajanje i učestalost primjene toplinske terapije ovisi o samoj ozljedi, stadiju cjeljenja tkiva, veličini i području ozljeđenog tkiva te željenom učinku. Toplinska terapija obično traje od 15-30 minuta te se može ponavljati 3-4 puta na dan. Ukoliko se pojave blijeda ili zacrvenjena područja na koži, treba stati sa terapijom. Najbolji učinak se postiže kada temperatura u tkivu poraste za 2-4°C. Povišenje temperature tkiva iznad 45°C može biti bolno te može uzrokovati ireverzibilne promjene. Najveću uporabu u veterinarskoj medicini imaju topli oblozi u kombinaciji s drugim metodama fizikalne terapije. Mogu se koristiti prije ili za vrijeme masaže, vježbe ili električne stimulacije. Ne preporuča se aplikacija topline unutar 48h od ozljede, a točno vrijeme trajanja terapije ovisi o odabiru metode.

### 2.2.4. MJERE OPREZA I KONTRAINDIKACIJE

Električni zagrijavajući jastučići i infracrvene svjetiljke su oblici kod kojih se javlja povećan rizika od nastanka opekline. Nikada ih nebi trebalo koristiti kod jako sediranih, anestetiziranih ili životinja sa smanjenom osjetljivosti. Također, primjena topline nebi smjela uzrokovati bol niti bilo koji oblik patoloških promjena. Općenito, životinje nikada nebi trebale biti bez nadzora za vrijeme primjene toplinske terapije. Treba ih zaštititi od opekline, promatrati kožu svakih nekoliko minuta i omogućiti hlađenje ukoliko dođe do pregrijavanja kože. Kod primjene topline na zglobne čahure, tetive i ožiljna tkiva treba imati na umu raspon pokreta tih područja, jer takva tkiva postanu elastičnija i mobilnija za vrijeme terapije. Posebne mjere opreza treba provoditi sa životinjama koje su gravidne, pretile, imaju lošu cirkulaciju ili pate od srčanih insuficijencija. Pozornost treba obratiti i na to da su prirodni termoregulacijski mehanizmi su nešto slabiji u vrlo

mladih životinja, dok u starijih pacijenata odgovor na terapiju može biti slabiji (DRAGONE i sur., 2013.).

Lokalna aplikacija topline je kontraindicirana kod: krvarenja, akutne upale, tromboflebitisa, srčanih insuficijencija, pojave vrućice, malignih promjena, prisutnosti otečenja ili edema i kod životinja s lošom tjelesnom termoregulacijom (STEISS i LEVINE, 2005.).



### 3. RASPRAVA

Termoterapija je oblik liječenja putem aplikacije topline ili hladnoće preko površine tijela ili kože. Njezina primarna svrha je smanjenje boli i ubrzanje oporavka mišićno-koštanog sustava do fiziološkog stanja ukoliko je to moguće. Specifičnost termoterapije je u tome što se može primjenjivati na više načina i prilagođavati potrebama ozlijeđenog dijela tijela. Prije aplikacije hladnoće ili topline treba provjeriti stanje kože; ona ne smije biti oštećena, a tijekom aplikacije ona mora biti zaštićena kako ju sama primjena nebi oštetila, a uz to, posljedično može doći i do smanjene učinkovitosti terapije.

Krioterapija odnosno liječenje hladnoćom je najčešće primjenjivan oblik termoterapije, a podrazumijeva aplikaciju hladnoće na tijelo kako bi se odvela topline te došlo do smanjenja tkivne temperature. Uz različite oblike primjene, najčešće se koristi nakon trauma, kod zaustavljanja krvarenja, smanjenja upalnih stanja i edema te mišićnog spazma. Također ima pozitivne učinke i kod primjene nakon vježbanja za vrijeme rehabilitacije. Najčešći oblik primjene krioterapije je hladni oblog. I on se može koristiti u različitim oblicima, bilo u komercijalnom obliku ili napravljen u kući od dostupnih materijala. Vrijeme aplikacije hladnog obloga je od 10-20 minuta uz obaveznu upotrebu tkanine između kože i obloga. Hladni oblozi se najčešće koriste za liječenje akutnih upala, nakon trauma ili poslije operativnih zahvata. Mogu se koristiti i hladne kompresije gdje se na hladni oblog vrši mehanički pritisak koji stvara kompresiju te tako ima bolji učinak na tkivo. Hladne kupke rezultirat će većim padom temperature tkiva jer je veća površina tijela u dodiru s izvorom hladnoće. Za smanjenje edema mogu se koristiti i kontrastne kupke koje će naizmjeničnom upotrebom hladne i tople vode dovesti do izmjena vazodilatacije i vazokonstrukcije koje će rezultirati smanjenjem edema, ali uz obavezno završavanje terapije primjenom hladne vode. Hladne masaže se primjenjuju kod malih i nepravilnih dijelova tijela zahvaljujući različitim oblicima posuda u kojima se nalazi zamrznuta voda. Hladni sprejevi se koriste kod ozljeda mišića na način da omogućuju kratak i trenutni hladni učinak na koži, što ponekad može biti i teže izvedivo zbog dlačnog pokrivača koju ima većina životinja.

Primjena topline također ima pozitivna svojstva u liječenju određenih stanja, dovodeći do smanjenja boli i mišićnog spazma te povećane rastezljivosti mekih tkiva uz povećanu ugodu kod pacijenata. Toplinom se najčešće liječe subakutne i kronične upale te neka traumatska stanja poput uganuća, nagnječenja, istegnuća i sl. Načini aplikacije topline su kao i kod hladnoće mnogobrojni. Topli oblozi se mogu koristiti izrađeni od različitih prirodnih materijala ili komercijalnih oblika. Mogu ponovno koristiti te najčešće zadržavaju toplinu od 20-30 minuta. Topla voda se može koristiti na određeni dio tijela lokalnom aplikacijom ili uranjanjem u kupke tople vode. Mogu se koristiti i parafinske kupke koje zbog svoje niske specifične topline i toplinske provodljivosti mogu biti aplicirane i na temperaturi od 45-50°C te su pogodne za zagrijavanje nepravilnih dijelova poput distalnih dijelova ekstremiteta. Infracrvene svjetiljke se koriste za velika područja tijela te se moraju aplicirati s udaljenosti od 30-40 cm od zahvaćenog područja.

I kod primjene topline i hladnoće, treba imati na umu mjere opreza i stanja kod kojih se ne smiju koristiti. Ova terapija nebi smjela uzrokovati bol pacijentima niti dovesti do novih neželjenih patoloških promjena. Životinje nikada ne treba ostavljati bez nadzora za vrijeme termoterapije, a posebnu pozornost treba obratiti na životinje koje imaju otvorene rane, frakture, prethodne ozeblinje ili opekline, na one koje pate od hipertenzije, na gravidne i pretile životinje te one koje imaju lošu cirkulaciju ili srčane insuficijencije, a posebice na jako mlade i jako stare pacijente.

## 4. ZAKLJUČCI

- 1) Pravilna primjena hladnoće ili topline na površinu tijela odnosno kože nakon traume ili operativnog zahvata ima veliki utjecaj na daljni ishod cijeljenja i oporavka.
- 2) Primjena hladnoće odnosno krioterapija bit će najučinkovitija ukoliko se aplicira za vrijeme akutne upale, unutar 72 sata od operacije ili nastanka ozljede. Ona će dovesti do smanjenja edema, vazokonstrikcije i opuštanja mišićnog spazma, a sve to rezultirat će analagetskim učinkom što će ponekad omogućiti i smanjenu potrebu za primjenom nesteroidnih protuupalnih lijekova.
- 3) Toplina će se, za razliku od hladnoće aplicirati kod kroničnih upala i nekih traumatskih stanja, a njen učinak dovest će do ubrzane cirkulacije i vazodilatacije, smanjenja boli i povećane rastezljivosti mišićnih tkiva te opuštanja mišićnog spazma.
- 4) Obje metode mogu se primjenjivati na mnogobrojne načine te su sastavni dio rehabilitacije akutnih i kroničnih oboljenja mišićno-koštanog sustava.

## 5. LITERATURA

BOCOBO, C., A. FAST, W. KINGERY, M. KAPLAN (1991): The effect of ice on intra-articular temperature in the knee of the dog. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, 70, 181-185.

BOULANT, J.A., J.B. DEAN (1986): Temperature receptors in the central nervous system. *Ann. Rev. Physiol.*, 48, str. 640.

DEAL, N., J. TRIPTON, E. ROSENCRANCE, W. W. CURL, T. L. SMITH (2002): Ice Reduces Edema. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 84-A, 1573-1578.

DRAGONE, L., K. HEINRICHS, D. LEVINE, T. TUCKER, D. MILLIS (2013): Superficial Thermal Modalities. U: *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*. (Millis D. L., D. Levine, ur.). Elsevier Saunders. Philadelphia. str. 312-327.

DRYGAS, K. A., S. R. McCLURE, R. L. GORING, A. POZZI, S. A. ROBERTSON, C. WANG (2011): Effect of cold compression therapy on postoperative pain, swelling, range of motion, and lameness after tibial plateau leveling osteotomy in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 238, 1284-1291.

GUYTON, A. C., J. E. HALL (2006): *Textbook of Medical physiology*. 11<sup>th</sup> edition, Saunders, Pennsylvania, str. 577.

KANLAYANAPHOTPORN R., P. JANWANTANAKUL (2005): Comparison of Skin Surface Temperature During the Application of Various Cryotherapy Modalities. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 86, 1411-1415.

KNIGHT, K. L., D. O. DRAPER (2008): *Therapeutic modalities: the art and science*. Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business, Philadelphia, str. 61-75

MELZACK R., P.D. Wall (1965): Pain mechanisms: a new theory. *Science*, 150(699), 971-979

MENSE, S. (1978): Effects of temperature on the discharge of muscle spindle and tendon organs. *Pflugers Arch*, 374, 159-166.

MILLARD, P. R., H. A. TOWLE-MILLARD, D. C. RANKIN, J. K. ROUSH (2013): Effect of cold compress application on tissue temperature in healthy dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 74, 443-447.

NADLER, S. F., K. WINGAND, R. J. KRUSE (2004): The physiologic Basis and Clinical Applications of Cryotherapy and Thermotherapy for the Pain Practitioner. *Pain Physician*, 7, 395-399.

OKCU, G., H. S. YERCAN (2006): Is it possible to decrease skin temperature with ice packs under casts and bandages? *Arch. Orthop. Trauma. Surg.*, 126, 668-673

REXING, J., D. DUNNING, A. M. SIEGEL, K. KNAP, B. WERBE (2010): Effects of Cold Compression, Bandaging, and Microcurrent Electrical Therapy after Cranial Cruciate Ligament Repair in Dogs. *Veterinary Surgery*, 39, 54-58.

STEISS, J. E., D. LEVINE (2005): Physical Agent Modalities. *Vet. Clin. Small Anim.*, 35, 1317-1333.

VANNETTA, M., D. M. MILLIS, D. LEVINE (2006): The effects of cryotherapy on in-vivo skin and muscle temperature, and intramuscular blood flow. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 36(1): A47.

## 6. SAŽETAK

Termoterapija podrazumijeva lokalnu ili generaliziranu aplikaciju topline ili hladnoće na površinu tijela kao oblik terapije i rehabilitacije mišićno-koštanog sustava.

Aplikacija hladnoće odnosno krioterapija će zahvaljujući fiziološkim učincima dovesti do vazokonstrikcije, smanjenja upalnih stanja i edema te mišićnog spazma. Njezino djelovanje bit će najučinkovitije ukoliko se ona aplicira unutar 72 sata od nastanka traume ili izvođenja operacije.

Aplikacija topline će, s druge strane, dovesti do vazodilatacije, ubrzane cirkulacije i posljedično analgezije, opuštanja mišićnog spazma i pojačane rastezljivosti mišićnih vlakana. Ona će se najčešće primjeniti kod kroničnih upala i određenih traumatskih stanja.

Velika prednost ovakvih metoda terapije jest to što se mogu primjenjivati na različite načine te se njihova aplikacija gotovo uvijek preporuča nakon trauma ili operacija na mišićno-koštanom sustavu.

Ključne riječi: termoterapija, krioterapija, fiziološki učinak, fizikalna terapija

## **7. SUMMARY**

### **PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF THERMOTHERAPY**

Thermotherapy is local or generalized application of cold or heat on body surface as a form of therapy and rehabilitation of musculo-skeletal system.

Application of cold or cryotherapy will, due to its physiological effects, lead to vasoconstriction, reduced inflammatory conditions, edema and muscular spasm. Cryotherapy will be the most effective if applied within 72 hours post trauma or surgical procedure.

Heat application will, on the other hand, lead to vasodilatation and faster circulation and consequently analgesic effect, relaxation of muscular spasm and increased extensibility of muscle fibers. Heat will be used as therapy in case of chronic inflammations and in some forms of trauma.

Great advantage of these methods is the fact that they can be used in various shapes and forms and their application is almost always recommended after trauma or surgical procedures on musculo-skeletal system.

Key words: thermotherapy, cryotherapy, physiological effect, physical therapy

## 8. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 16. ožujka 1994. godine. u Rijeci gdje sam završila osnovnu i srednju Medicinsku školu – smjer veterinarski tehničar.

Tijekom osnovnoškolskog i srednjoškolskog obrazovanja aktivno sam se bavila Taekwon-do-om ITF i kickboxingom, bila članica obje reprezentacija i od najznačajnijih rezultata ostvarila 3. mjesto na Svjetskom prvesntvu i 2. mjesto na Svjetskom kupu.

2012. godine sam maturirala kao učenica generacije te iste godine upisala Veterinarski fakultet Sveučilištou Zagrebu.

Za akademsku godinu 2014./2015. sam nagrađena Dekanovom nagradom.

2015. godine sam s kolegicom Matejom Burišom napisala znanstveni rad pod naslovom *"Određivanje koncentracije nikotina u krvi pasa iz pušačkih kućanstava"* koji je prijavljen na natječaj za Rektorovu nagradu te godinu dana kasnije s istom kolegicom još jedan rad pod naslovom *"Koncentracije nikotina i kotinina u serumu pasa iz pušačkih kućanstava"* koji je također bio prijavljen na natječaj za Rektorovu nagradu.

Sudjelovala sam na brojnim kongresima i seminarima što mi je omogućilo stjecanje novih iskustava koja su mi upotpunila znanje stečeno na redovnoj nastavi.