

Termoterapija u rehabilitacija pasa

Tomić, Igor

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:178:131971>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-04**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
VETERINARSKI FAKULTET**

Igor Tomić

TERMOTERAPIJA U REHABILITACIJI PASA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2018.

Zavod za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju

Predstojnik: Prof. dr. sc. Damir Stanin

Mentori: Prof.dr.sc. Damir Stanin

Doc.dr.sc. Zoran Vrbanac

Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. Doc. dr. sc. Ana Shek Vugrovečki
2. Doc. dr. sc. Zoran Vrbanac
3. Prof. dr. sc. Damir Stanin
4. Doc. dr. sc. Hrvoje Capak (zamjena)

POPIS KRATICA

1. CIE – franc. Commission internationale de l'éclairage – Međunarodna komisija za rasvjetu
web stranica: www.cie.co.at
2. ISO – eng. International organization for standardization – Međunarodna organizacija za standardizaciju
web stranica: www.iso.org

POPIS SLIKA I TABLICA

Slika 1. Učinak djelovanja površinskog zagrijavanja i hlađenja na određena stanja. Izvor:

<https://www.physio-pedia.com/File:Modalities.jpg>

Slika 2. Spektar elektromagnetskih valova sa istaknutim dijelom vidljive svjetlosti. Izvor:

https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetsko_zra%C4%8Denje#/media/File:EM_spectrumrevised.png

Slika 3. Prikaz prijenosa topline. Izvor:

https://www.google.hr/search?biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=aOGQW7HUNM_SkgXAvIzQAg&q=provo%C4%91enje+topline+kondukcija+konvekcija+radijacija&oq=provo%C4%91enje+topline+kondukcija+konvekcija+radijacija&gs_l=img.3...13793.21753.0.22195.33.33.0.0.0.0.302.3097.18j10j0j1.29.0....0...1c.1.64.img..4.0.0....0.UmbJhxY1XLA#imgrc=Q4iC6SZB_ggYKM:

Slika 4. Grafički prikaz Arndt – Schulzovog zakona. Izvor:

https://www.google.hr/search?q=graphical+representation+of+a+arndt+schulz+law&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwicjtKUofHcAhWIHpoKHTAvC6MQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=co4hQAX8MBNnIM:

Slika 5. Jedan od oblika aplikacije toplog obloga kod psa – 1. Izvor:

https://www.google.hr/search?q=warm+compress+for+dog+application&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiR2u3Km_ncAhUjxaYKHc4uDqEQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=ofS-nvkpFojxyM:

Slika 6. Jedan od oblika aplikacije toplog obloga kod psa – 2. Izvor:

https://www.google.hr/search?q=parafin&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiB9_iYvvvcAhUAwAIHHVGzDrUQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=20guh8MIZjRR8M:

Slika 7. Parafin u obliku voska. Izvor:

https://www.google.hr/search?q=parafin&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj3qO3ysKTdAhXJmLQKHdFlBncQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=UCY6d8XJvEYS3M:

Slika 8. Opuštanje nakon terapije. Izvor:

https://www.google.hr/search?biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=ZNeQW8OBN8jMwAKH4LzoBw&q=kupanje+pasa+u+kadi&oq=kupanje+pasa+u+kadi&gs_l=img.3...5514.6817.0.7286.5.5.0.0.0.123.480.3j2.5.0...0...1c.1.64.img..0.2.225...0j0i67k1j0i5i30k1j0i8i30k1j0i24k1j0i8i7i30k1.0.ze9D2f6iVh4#imgrc=74Rq2MbmrcXunM:

Slika 9. Infracrvena svjetiljka. Izvor:

https://www.google.hr/search?q=infracrvena+svjetiljka&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiZ6YXphqbdAhVpx4sKHdnHCUCQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=nvmS6PJmAZr-7M:

Tablica 1. Indiferentne temperature i točka tolerancije kod određenih prirodnih čimbenika

Tablica 2. Termoterapijske metode

Tablica 3. Klasifikacija temperatura diferentnih zona kod vode

Tablica 4. ISO klasifikacija infracrvenog zračenja. Izvor:

<https://www.iso.org>

Tablica 5. Doze ultrazvuka

Tablica 6. Djelovanje topline i hladnoće na određena stanja u organizmu

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	3
2.1. Što je termoterapija.....	4
2.2. Fizikalni principi termoterapije.....	7
2.3. Oblici i metode termoterapije.....	11
2.3.1. Površinske termoterapijske metode	12
2.3.1.1. Kondukcijske površinske termoterapijske metode...12	
2.3.1.2. Konvekcijske površinske termoterapijske metode...15	
2.3.1.3. Radijacijske površinske termoterapijske metode.....18	
2.3.2. Dubinske termoterapijske metode	21
2.4. Indikacije i kontraindikacije.....	24
3. ZAKLJUČAK	26
4. POPIS LITERATURE.....	27
5. SAŽETAK	28
6. SUMMARY	29
7. ŽIVOTOPIS	30

1. UVOD

Termoterapija, kao dio fizikalne terapije, jedna je od najstarijih metoda liječenja u povijesti medicine. Nema puno pisanih zapisa o termoterapiji, koju poznajemo kao takovu danas, ali postoji mnogo slikovnih zapisa koji nam pokazuju kako su ljudi kroz stoljeća vršili selekciji, empirijskim putem, korisnih prirodnih elemenata. Još od prastarih vremena pa sve do najsuvremenije medicine, u svim kulturama i na svim prostorima planeta Zemlje, površinsko zagrijavanje i hlađenje tkiva se upotrebljavalo za liječenje raznih tegoba, bolesti, pa čak i za liječenje lošeg osjećanja. Poznato je da su stari Egipćani uočili terapijsko djelovanje toplih kupki na opće stanje organizma, a stari Grci, te posebice stari Rimljani, razvili i usavršili sustav javnih kupališta za opće dobro stanovništva. Vrlo brzo se shvatilo da hladni oblog može biti veoma efektivna pomoć pri smanjenju otoka tkiva, te da topli oblog može ublažiti glavobolje i migrene. Sa napretkom medicinske znanosti došlo se do saznanja što može biti učinak topline, kao i hladnoće, na tkivo organizma (slika 1.).

	hladnoća	toplina
bol	▼	▼
spazam	▼	▼
metabolizam	▼	▲
krvotok	▼	▲
upala	▼	▲
otok	▼	▲
rastezljivost tkiva	▼	▲

Slika 1. Učinak djelovanja površinskog zagrijavanja i hlađenja na određena stanja

Termoterapiju definiramo kao onu vrstu terapije koja proučava djelovanje toplinske energije (uključujući i djelovanje hladnoće) na organizam. Osim djelovanja, proučava i mogućnost njene primjene kod bolesnih stanja u organizmu (MILLARD i sur., 2012.).

Cilj takve terapije je uklanjanje bolova, promjena fizioloških procesa koji su temeljni u cijeljenju tkiva i plastično djelovanje na vezivno tkivo, koje uključuje mišiće, tetive, ligamente i zglobnu čahuru (ŠEHIĆ, 2014).

Termoterapiju smo podijelili na:

- Termoterapija u užem smislu – djelovanje topline na organizam (stanje pri kojem se organizmu dovodi toplina)
- Krioterapija – djelovanje hladnoće na organizam (stanje pri koje se organizmu oduzima toplina)

S obzirom na područje djelovanja topline na organizam, termoterapiju možemo podijeliti i na :

- Lokalnu termoterapiju – djelovanje topline samo na određeni dio organizma
- Opću termoterapiju – djelovanje topline na cijeli organizam

Primjenom fizičkih čimbenika može se stvoriti egzogena i endogena toplina.

Egzogena toplina je ona vrsta topline koja se stvara van tijela u vanjskoj sredini organizma i koju organizam iz te vanjske neposredne blizine može primiti i to na jedan od slijedećih načina:

- a. **radijacijom** (lat. *radiatio* – zračenje), odnosno prenošenjem bez posrednika, i tu možemo ubrojiti infracrveno zračenje
- b. **kondukcijom** (lat. *conductio* – prevođenje), odnosno prenošenje direktnim dodirnom sa zagrijanim tijelom, koje je obično u čvrstom stanju (parafin)
- c. **konvekcijom** (lat. *convectio* – strujanje), odnosno prenošenje preko posrednika koji je u tekućem ili plinovitom stanju (topla voda) (ŠEHIĆ, 2014.)

Endogena toplina pak, je ona vrsta topline koja se stvara u organizmu konverzijom (lat. *conversio* – pretvaranje) energije elektromagnetskog polja visokofrekventnog zračenja u toplinsku energiju.

Krioterapija (grč. *krios* – mraz. *terapeia* – liječenje) za razliku od termoterapije u užem smislu riječi predstavlja metodu terapije pri kojoj se od tijela odvodi toplina. Najčešći načini kojim se od tijela odvodi toplina su upotrebom leda, ili pak vode kojoj je temperatura vrlo blizu točke leđišta (0 – 4 °C). Za razliku od termoterapije, krioterapija se najčešće koristi kao lokalna metoda terapije, i to u relativnom kratkom vremenskom periodu od nekoliko sekundi do maksimalno nekoliko minuta, jer duža upotreba može uzrokovati promrzotine, oštećenja kože i potkožnog tkiva.

Termoterapiju najčešće koristimo kod raznih vrsta i faza reumatizma, poslije određenih povreda, kod oštećenja centralnog i perifernog živčanog sustava, kod nekih kroničnih uroloških oboljenja, kod lakših poremećaja cirkulacije, te kod spazama glatke i poprečno prugaste muskulature (MILLARD i sur., 2012.).

Indikacije za primjenu krioterapije su najčešće bol i otok kod upale zglobova, zatvorene povrede, promjene mišićnog tonusa kod oboljenja centralnog živčanog sustava (OLSON, 1972.). Krioterapija je metoda koja se pokazala najboljom tijekom akutne faze liječenja bolesnog tkiva i nakon vježbi, kako bi se smanjila bilo kakva upalna reakcija. Djelotvorna je u smanjenju bola, osobito akutnog postoperativnog (ŠEHIĆ, 2014.).

Cilj ovog preglednog diplomskog rada je pružiti uvid u termoterapiju, u način djelovanja termoterapije na organizam, stanja kod kojih je koristimo, te metode kojima se služimo.

2. PREGLED LITERATURE

Temperatura tijela je mjerilo toplinskog stanja organizma koje ovisi o srednjoj brzini kretanja atoma i molekula. Atomi i molekule se neprestano kreću kada je temperatura tijela viša od apsolutne nule. Apsolutna nula se nalazi na $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Toplina se može prenositi kondukcijom, konvekcijom i radijacijom. Toplina se u organizmu neprestano stvara i nastaje kao nusprodukt metabolizma. Ona se istovremeno i gubi u okoliš tijela. Ta dva procesa, stvaranje topline i njen gubitak u okoliš organizma, su u stalnoj ravnoteži, tako da je temperatura tijela konstantna. U toplokrvnih, homeotermnih životinja (kao i kod čovjeka), temperatura u unutrašnjosti organizma održava se razmjerno stalnom, bez obzira na temperaturu okoliša, što je krucijalno za nužnu funkciju enzima. Za razliku od unutrašnjosti organizma, temperatura kože i potkožnog tkiva ovisi od vanjske sredine u kojoj se organizam nalazi. Unutrašnjost organizma je homeotermna dok je koža i potkožno tkivo koje se nalazi neposredno ispod kože, poikilotemna.

Taj poikilotermni omotač je najvažniji čimbenik fizičke termoregulacije koja se sastoji u gubljenju topline. Toplinu organizam gubi konvekcijom, kondukcijom, radijacijom, te evaporacijom, tj. isparavanjem. Količina topline koju organizam svakim od ovih mehanizama gubi različita je i ovisi o vanjskoj sredini i njenoj temperaturi. U prostoriji koja se nalazi na sobnoj temperaturi od 21 do $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ tijelo izgubi radijacijom 60% , konvekcijom 12% , kondukcijom 3% te evaporacijom 25% . Evaporacija se događa neprimjetnim isparavanjem vode sa površine kože, iz pluća i znojenjem. Neprimjetno isparavanje je posljedica neprestane difuzije molekula vode kroz kožu i alveole, te se ne može koristiti za termoregulaciju.

Znojenje je najsnažniji mehanizam fizičke termoregulacije i to je jedini način gubljenja topline kada je temperatura okoliša veća od temperature tijela. Isparavanjem jedne litre znoja oslobodi se $2,4\text{ KJ}$ topline.

Kod određenih hidroterapijskih metoda liječenja, evaporacija je blokirana na onim dijelovima tijela koja se nalaze u vodi. Tako recimo, kada se primjenjuju vruće ili parne kupke, može doći do pregrijavanja organizma i do toplinskog udara. U sauni zbog niske relativne vlažnosti zraka olakšano je isparavanje znoja, pa zdrav organizam može podnesti temperature i do 110°C .

2.1. Što je termoterapija

Termoterapiju definiramo kao onu vrstu terapije koja proučava upotrebu toplinske energije na organizam te mogućnost primjene određenih termoterapijskih metoda kod oboljelih ili povrijeđenih. Dakle, ona koristi upotrebu topline, kao i hladnoće (krioterapija), u svrhu mijenjanja temperature tkiva, s ciljem poboljšanja simptoma kod određenih stanja u organizmu. Površinsko zagrijavanje i hlađenje upotrebljava se već stoljećima u medicini za liječenje ozljeda mekog tkiva i zglobova. Cilj takve vrste terapije je uklanjanje bolova, promjena fizioloških procesa koji su temeljni u cijeljenju tkiva i plastično djelovanje na vezivno tkivo koje uključuje mišiće, tetive, ligamente i zglobnu čahuru (ŠEHIĆ, 2014.).

Površinsko zagrijavanje i hlađenje može se obaviti koristeći mnoštvo metoda, a najčešće se koriste topli ili hladni oblozi, topla ili hladna vrtložna strujanja vode, svjetlećim ili ne svjetlećim infracrvenim zrakama, masažom pomoću leda, različitim kupkama ili kriokinetikom i krioterapijom, postupak u kojem se niskim temperaturama uklanjaju bolesne promjene tkiva (ŠEHIĆ, 2014.).

Sami fiziološki pojmovi topline i hladnoće označavaju subjektivan osjećaj određene osobe, odnosno odstupanje od indiferentne zone. Indiferentna zona je ona temperatura na kojoj organizam u neposrednu blizinu emitira najmanje topline, ili pak najmanje topline prima iz vanjske sredine u kojoj se taj organizam nalazi. Ona za zrak iznosi 29 - 34°C, za peloid 38 - 39°C, a za parafin 52°C. U lijevu i desnu stranu od indiferentne zone nalazi se topla i hladna diferentna zona. Nakon diferentnih zona slijede granice tolerancije tkiva. Točka tolerancije tkiva predstavlja stupanj zagrijanosti tijela, koji je organizam u stanju podnesti bez osjećaja bola i koja ne izaziva destrukciju tkiva. Kada se pređu granice tolerancije dolazi do smrti stanica (NEDVIDEK, 1988.).

	INDIFERENTNA TEMPERATURA (°C)	TOČKA TOLERANCIJE (°C)
ZRAK	29 – 34	100
VODA	34 – 35	43 – 46
PARAFIN	52 – 54	65
PELOID	38 – 39	50

Tablica 1. Indiferentne temperature i točka tolerancije kod određenih prirodnih čimbenika

Termoterapiju možemo podijeliti na termoterapiju u užem smislu riječi i krioterapiju.

Termoterapija u užem smislu riječi odnosi se na procese pri kojima se tijelu dovodi toplina.

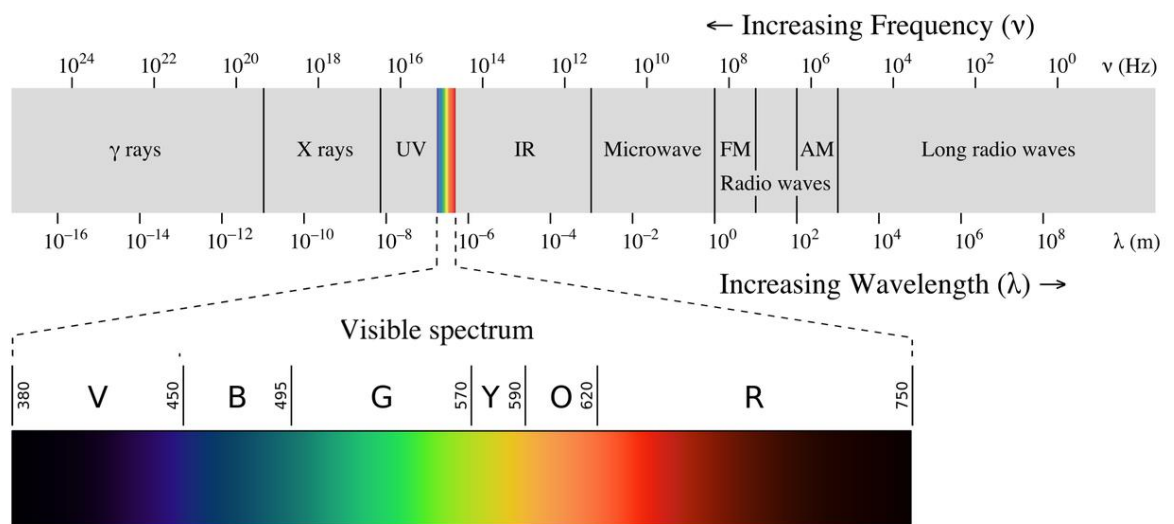
Primjenom metoda liječenja može se stvoriti egzogena i endogena toplina.

Egzogena toplina je ona vrsta topline koja se stvara van samog organizma u njegovoj neposrednoj blizini i koju organizam može iz vanjske sredine primiti.

Toplina se u organizam može primiti na nekoliko načina:

- **radijacijom** (lat. *radiatio* – zračenje), a to se odnosi na prenošenje bez određenog posrednika. Kod termoterapije najčešće se koristi infracrveno zračenje.

Toplinsko zračenje ili termalna radijacija je prijenos topline tako da zagrijano tijelo odašilje elektromagnetsko zračenje, a hladnije tijelo zagrijava se upijanjem (apsorpcijom) energije zračenja.

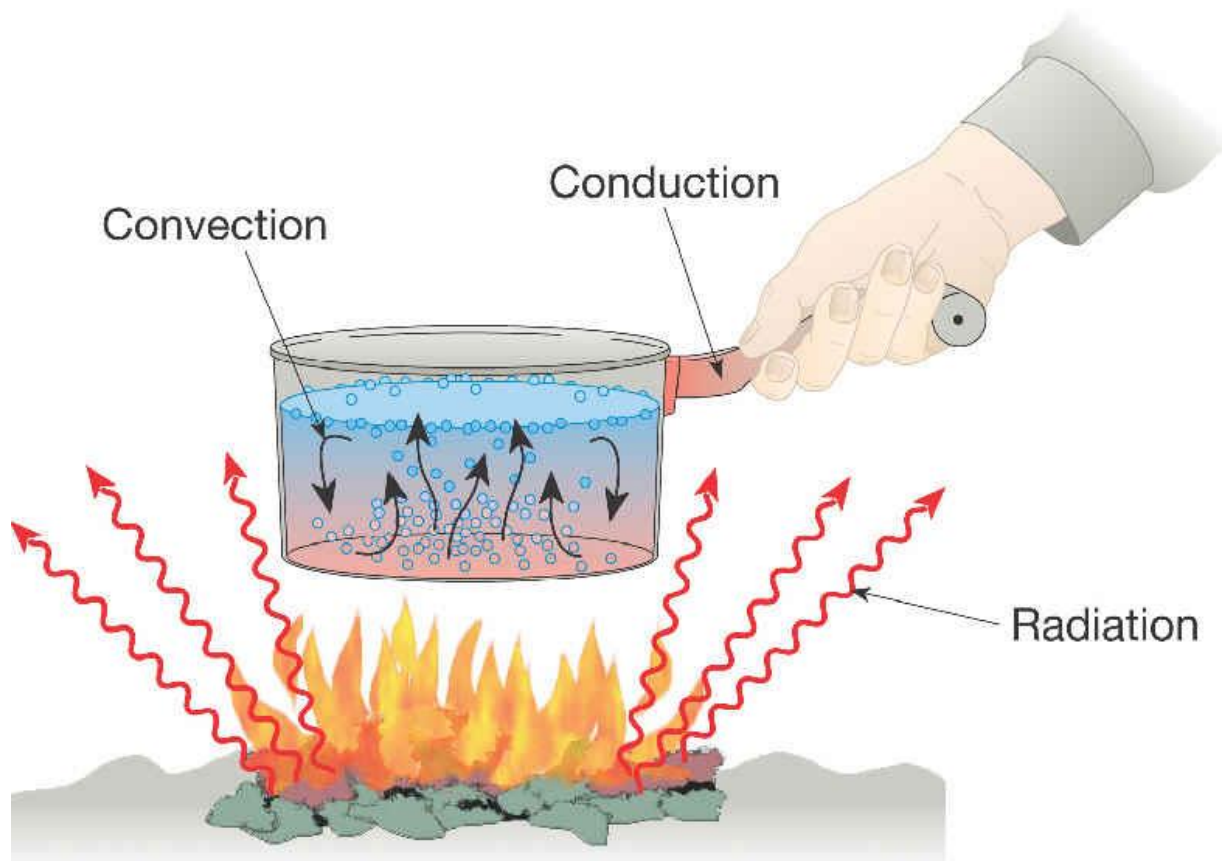


Slika 2. spektar elektromagnetskih valova sa istaknutim dijelom vidljive svjetlosti

- **kondukcijom** (lat. *conductio* – prevođenje), odnosno direktnim dodiranjem sa zagrijanim tijelom, koje se obično nalazi u čvrstom stanju, kao što je parafin, peloid ili pak zagrijani pijesak. Toplinsko vođenje ili kondukcija, je prijenos topline tako da se dio tijela zagrijava izravnim dodiranjem sa izvorom topline. Svako tijelo ne vodi toplinu jednako, tako da tijela koja dobro provode toplinu su toplinski vodiči dok tijela koja loše provode toplinu su toplinski izolatori. Najbolji vodiči topline su srebro i bakar, zatim željezo, mjed i aluminij. Zrak i tekućine su loši vodiči topline.
- **konvekcijom** (lat. *convectio* – strujanje), odnosno preko posrednika koji je u tekućem ili plinovitom stanju, kao što je topla voda ili vodena para. Toplinsko strujanje ili konvekcija je prijenos topline u tvarima koje mogu strujati, tj. u tekućinama i plinovima.

Ako se npr. voda grije s donje strane, donji se slojevi vode ugriju, rašire i smanji se gustoća, pa se ugrijana voda diže nad hladnu vodu. Sličnim principom nastaju i vjetrovi u atmosferi.

Endogena toplina, pak, je ona vrsta topline koja se stvara u samom organizmu i to **konverzijom** (lat. *conversio* – *pretvaranje*) energije elektromagnetskog polja visokofrekventnih struja u toplinsku energiju.



Slika 3. Prikaz prijenosa topline

2.2 *Fizikalni principi termoterapije*

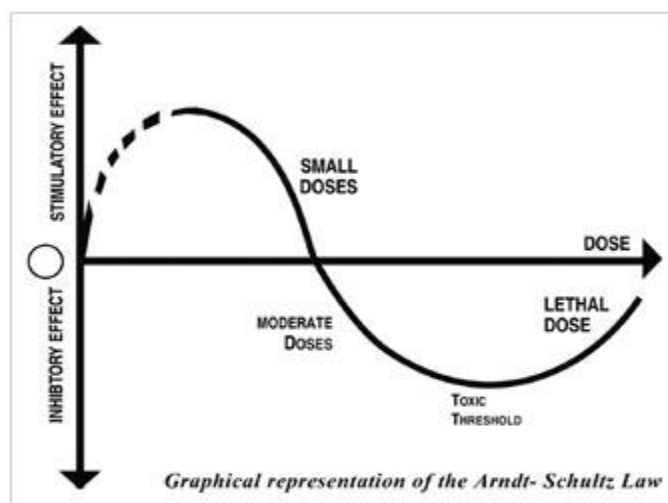
Kada govorimo o djelovanju topline, možemo razlikovati sistematsko i lokalno djelovanje topline na organizam. Sistematsko djelovanje topline obuhvaća veći dio organizma pa čak organizam i u cijelosti. Takvo djelovanje nije indicirano te može izazvati sistematsku reakciju organizma koja nije poželjna u termoterapijskom liječenju. Za razliku od sistematskog djelovanja topline, razlikujemo lokalno djelovanje topline, koje je ograničeno na određeni manji dio organizma, i sa tim, lokalnim djelovanjem, postižemo određene termoterapijske učinke koji su poželjni u liječenju određenih stanja u organizmu.

Primjena termoterapije spada u područje infracrvenih zraka elektromagnetskog spektra, sa valnom dužinom ispod vidljivog dijela spektra. Kraća valna dužina, veća frekvencija i dublja prodornost. To je spektar elektromagnetskog zračenja s valnom dužinom od 400 μ m do 760nm. Otkrio ga je 1800. godine engleski fizičar William Herschel. Infracrvene zrake elektrofizikalnih sredstava prodiru pliće u usporedbi s elektrostimulirajućim sredstvima. Samo biološki učinak takve, elektromagnetske energije, ovisan je o frekvenciji, o trajanju djelovanja, te o karakteristikama samog tkiva i gustoći snage (ŠEHIĆ, 2014.).

Lokalno povećanje temperature dovodi do ubrzanja metaboličkih procesa u samom organizmu i do povećane potrošnje kisika. Svakim stupnjem povećanja temperature dolazi do povećanja metaboličke aktivnosti za 13% (Van Hoffov zakon).

Elektromagnetska energija i njezin prijenos kroz tijelo podliježe određenim fizikalnim zakonima. Prvi od tih fizikalnih zakona je Arndt – Schulzov zakon. Arndt – Schulzov zakon nam govori da male doze određenog lijeka stimuliraju fiziološke procese, srednje doze te iste procese inhibiraju, dok pak velike doze djeluju toksično na sam organizam. Kad se navedeni zakon primjenjuje kod termoterapijskih metoda liječenja, tkivo mora apsorbirati energiju koja je proizvedena iz termičkih izvora da se stimulira normalna funkcija tkiva. Ako se ta energija apsorbira u nedovoljnoj količini, učinak će zasigurno izostati. Ukoliko se pak apsorbira prevelika količina energije, doći će do oštećenja tkiva (ŠEHIĆ, 2014.).

Drugi zakon kojem podliježe elektromagnetska energija je Grotus – Draperov zakon i on određuje sudbinu energije. Samo apsorbirana energija izaziva reakcije u organizmu. Ako se energija ne apsorbira ona se prenosi u dublje dijelove tkiva. Što se više energije apsorbira na površini organizma, manje će se energije prenesti u dublje slojeve tkiva. Samim time što je preneseno manje energije i njezina prodornost će bit manja (ŠEHIĆ, 2014.).



Slika 4. Grafički prikaz Arndt – Schulzovog zakona

Kada elektromagnetska energija dospije do samog tkiva postoje tri mogućnosti koje se mogu dogoditi sa tom energijom. Ta se energija može reflektirati ili odbiti od same kože, može se refraktirati i to u prostor između same kože i potkožnog tkiva, masti, te kao treća mogućnost je apsorbiranje u mišiće ili druga tkiva. Utvrđeno je da većina infracrvenih zraka iz različitih izvora kao što su hladni ili topli oblozi, bazeni, parafinske kupke i slično, prodire do jednog centimetra u tkivo (MILLARD i sur. 2012.).

Kako lokalno povećanje temperature dovodi do ubrzanja metaboličkih reakcija, povećane metaboličke reakcije imaju određene pozitivne efekte kod kroničnih oštećenja tkiva. Međutim ovakvu djelovanje nije poželjno kod akutnih infekcija. Dokazano je da se pri većim temperaturama povećava aktivnost kolagenaza, tako da se kod artritisa ne smije davati toplina. Pri povećavanju temperature, bilo lokalno ili sistematski, iznad 45°C dolazi do koagulacije proteina. Kada se toplina primjenjuje lokalno, dolazi do vazodilatacije. Vazodilatacija je posljedica direktnog djelovanja topline na glatko mišićno tkivo arteriola i venula. Osim ovog direktnog djelovanja topline, vazodilatacija može nastati kao posljedica povećanja protoka zbog povećanog metabolizam. Mikrooštećenja koja izaziva toplina, također dovode do vazodilatacije jer se pri tome oslobađa bradikinin koji je vrlo snažan vazodilatator.

Toplina se u rehabilitaciji koristi zbog više vrsta učinaka. Možemo razlikovati hemodinamički, metabolički, neuromuskularni i vezivnotkivni učinak.

Toplina najbolje djeluje nakon akutne upalne faze cijeljenja tkiva. Prerana aplikacija topline je kontraindicirana, te kao takva može pogoršati otok tkiva, pojačati bol, vrućinu i gubitak funkcije. Termoterapijske metode poput toplih obloga ili pak toplih kupki imaju najveće djelovanje na krvne žile kože, a to rezultira većim temperaturnim promjenama u tkivu do dubine od jednog centimetra (ŠEHIĆ, 2014.).

Povećanjem površinske temperature tkiva nastaje otpuštanje kemijskih tvari, poput histamina i prostaglandina, koji utječu na vazodilataciju. Druga faza pojave vazodilatacije nastaje stimulacijom kutanih termoreceptora čije sinapse na krvnim žilama uzrokuju oslobađanje bradikinina koji opušta glatko mišićje stjenki krvnih žila. Treća faza vazodilatacije uključuje redukciju u simpatičkoj aktivnosti preko dorzalnih korijena spinalnih ganglija, smanjenjem

kontrakcije glatkih mišića i pojavom vazodilatacije na mjestu aplikacije i indirektno na kutanim krvnim žilama ekstremiteta (ŠEHIĆ, 2014.).

Treba napomenuti da ti mehanizmi vazodilatacije ne utječu na protok krvi u skeletnoj muskulaturi, zbog razloga što je cirkulacija krvi u skeletnom mišićju pod utjecajem drugih fizioloških i metaboličkih čimbenika. Najbolji učinak na protok krvi u skeletnom mišićju ima jednostavno vježbanje.

Neuromuskularni učinci topline uključuju pojačane vrijednosti provodljivosti živaca te smanjenje vremena latencije senzornih i motoričkih živaca. Vrijednosti provodljivosti živaca povećavaju se 2m/s kod svakog 1°C povećanja temperature. Lokaliziranom aplikacijom topline može se podizati prag bola. Podražaji kutanih receptora za toplinu imaju zadaću inhibiranja prijenosa bola na dorzalnom rogu spinalne moždine preko ulaza kontrolnog mehanizma (ŠEHIĆ, 2014.). Isto tako vazodilatacijom povećani protok krvi smanjuje ishemiju ozlijeđenog tkiva, a to snižava aktivnost receptora za bol. Smanjenjem spazma mišića oslobađa se pritisak na mišiće krvnih žila, smanjuje se ishemija i potiče se protok krvi.

Toplina ubrzava biokemijske, enzimatske i metaboličke reakcije sve do temperature od 45°C. Iznad te temperature smanjuju se aktivnosti tih reakcija. Od 39°C do 43°C povećavaju se enzimatske aktivnosti za 13% na svaki 1°C povećane temperature ili dvostruko za svakih 10°C povećane temperature.

Osim pozitivnih terapijskih učinaka na organizam kao što je povećanje opskrbe kisikom i ubrzavanje cijeljenja tkiva, toplina također pojačava aktivnosti destruktivnih enzima, kao što je kolagenaza, i povećava brzinu katabolizma (ŠEHIĆ, 2014.).

Kombinirana s povećanjem brzine biokemijskih reakcija, površinska toplina može ubrzati cijeljenje tkiva ako je riječ o površinskoj ozljedi tkiva. Kako konzervativnim metodama u termoterapiji toplina djeluje do 1cm u dubinu tkiva, za termičke učinke u dubljim dijelovima tkiva prikladni za djelovanje su ultrazvuk ili dijatermija.

Prije nego što se krene u određeni termoterapijski postupak, te kako bi se odredila optimalna metoda, potrebno je procijeniti pacijentovo stanje i podnošljivost prema određenoj metodi liječenja. Ako su tetive, ligamenti, ožiljkasto tkivo ili tkivo zglobne čahure smješteni površinski, toplina će uzrokovati pojačanu rastezljivost vezivnog tkiva. Dublje mišićnotetivaste strukture ili strukture zglobne čahure treba zagrijavati ultrazvukom ili dijatermijom jer su to metode koje mogu podići temperaturu tkiva dubljih dijelova tijela. Kod maksimalne plastične deformacije vezivnog tkiva temperatura tkiva mora biti od 40 do 45°C, tijekom najmanje 5 do 10 minuta. Ako se promijene viskoelastična svojstva, tkivo mora biti podvrgnuto odgovarajućoj podudarnoj toplini tijekom dovoljno dugog vremena istezanja sve dok se ne dobije rezultat stalne izduženosti tkiva. Primjena nižeg opterećenja kroz dulje vrijeme tijekom zagrijavanja tkiva i ponovnog hlađenja izaziva manje sekundarne traume tkiva. Površinska toplina mora biti zadovoljavajuća da se smanji ukočenost zgloba, a pojačana elastičnost površinske strukture zglobne čahure postiže se vježbom (ŠEHIĆ, 2014.).

Krioterapija se pak primjenjuje kod akutne faze ozljede tkiva i cijeljenja. Cilj djelovanja krioterapije je ublažiti učinke i posljedice ozljede tkiva, te nakon vježbi i tijekom rehabilitacije smanjiti nepovoljne sekundarne upalne reakcije tkiva. Što se tiče fizioloških učinaka kod krioterapije, primarni fiziološki učinci odnose se na vazokonstrikciju, smanjenje protoka krvi, smanjenje staničnog metabolizma i permeabilnosti. Sve ono što smo djelovanjem topline željeli

postići, sada djelovanjem hladnoće na organizam želimo spriječiti (ŠEHIĆ, 2014.). Osim ovih primarnih fizioloških učinaka, krioterapijom se još postiže smanjenje osjetljivosti i vrijednosti motoričke živčane provodljivosti, analgezija, sprječavanje i smanjenje traumatskog edema, smanjenje spazma mišića i povremene spastičnosti prije vježbi (ŠEHIĆ, 2014.).

Tijekom upalne faze cijeljenja tkiva povećana propustljivost mikrovaskularne mreže pojavljuje se kao rezultat oslobađanja histamina i bradikinina. Osim toga ti kemijski posrednici uzrokuju vazodilataciju i povećavaju protok krvi prema tretiranom području. Ta zbivanja, povezana sa hipoksičnim staničnim promjenama, primarni su čimbenici u stvaranju edema. Primarna uloga krioterapije tijekom upalne faze je smanjenje brzine metabolizma ozlijeđenog tkiva, a koje utječe i na smanjenje produkata metabolizma i metaboličke topline. Osim toga smanjenjem brzine metabolizma ograničavaju se daljnje ozljede i pomaže se tkivu u preživljavanju stanične hipoksije koja se pojavljuje nakon ozljede. Na osnovi različitih istraživanja utvrđena je primarna vrijednost krioterapije koja se odnosi na smanjenje staničnog metabolizma i analgetske učinke, što kod rehabilitacije omogućuju vježbe hlađenjem.

Nemijelinizirani kutani receptori reagiraju na apsolutnu temperaturu i brzinu temperaturnih promjena. Receptori osjetljivi na hladnoću počinju se aktivirati kod 36°C i povećavaju svoje djelovanje sve dok ne dosegnu maksimum kod otprilike 25°C. Učestalost aktiviranja opada naglo kod temperature ispod 20°C, a minimalno je s vremenom hlađenja receptora do 10°C i 12°C. Obratno, receptori za toplinu također se počinju aktivirati od 33°C do 36°C, brzo dosežući svoj maksimum učestalosti reakcija kod 43°, a opadaju prema minimalnoj brzini aktiviranja kod 45°C. I receptori za vrućinu i receptori za hladnoću prilagodljivi su promjeni temperature. Centralni termosenzitivni neuroni u preoptičkom i prednjem hipotalamusu reagiraju na temperaturne promjene. Autonomnim stimuliranjem zadržavaju toplinu tijela promjenom protoka krvi u koži i termoregulacijom, kao što je drhtanje. Prednji hipotalamus također kontrolira neurone koji nisu termički osjetljivi, poput onih osjetljivih na osmolarnost i koncentraciju glukoze.

Jedna od primarnih učinaka krioterapije je analgezija i prateće smanjenje refleksnog mišićnog spazma. Živci su manje provodljivi, što je posljedica njihovog hlađenja. Krioterapija može smanjiti mišićni spazam brojnim mehanizmima. Smanjenjem boli može se sniziti napetost ili spazam mišića. Iznenadno hlađenje ima eksicitirajući učinak na mišićno vreteno, rezultirajući povećanom aktivnošću alfa motoričkih neurona i pojačavanjem mišićne napetosti. Kad se temperatura nastavi spuštati, smanjuje se aktivnost primarnih aferentnih vlakana vretena. Mišićni spazam, koji nastaje u ciklusu bol – spazam – bol, stimulira odgovor statičkog djelovanja aferentnih živaca tkiva oblika II. Primjenom površinskog zagrijavanja, sve do temperature ispod 42°C, opada brzina izboja mišićnog vretena, a povećava se brzina početka djelovanja alfa motoričkih živaca. Tako hladnoća može potaknuti prag podražaja za aktivnost mišićnog vretena, smanjujući spazam mišića (ŠEHIĆ, 2014.).

2.3. *Oblici i metode termoterapije*

S obzirom na površinu tijela na koju djeluje, termoterapiju možemo primijeniti na dva načina:

- opća metoda primjene termoterapije, kada se u terapiji koristi cijeli organizam
- lokalna metoda primjene, kada se za termoterapiju koristi određeni, manji dio organizma

Termoterapijske metode možemo nadalje, podijeliti na površinske i na dubinske.

U najzastupljenije površinske termoterapijske metode spadaju topli oblozi, uporaba parafina i uporaba peloida. Ove termoterapijske metode zasnovane su na kondukcijskom djelovanju. U površinske termoterapijske metode zasnovane na konvekciji spadaju hidroterapija i terapija vodenom parom. Osim ovih navedenih postoji još i termoterapijsko djelovanje infracrvenim zrakama, koje je zasnovano na metodi radijacije.

TERMOTERAPIJSKE METODE		
<i>POVRŠINSKE TERMOTERAPIJSKE METODE</i>		<i>DUBINSKE TERMOTERAPIJSKE METODE</i>
<i>KONDUKCIJSKE</i>	topli oblozi, parafin, peloid, psamoterapija	ultrazvuk
<i>KONVEKCIJSKE</i>	hidroterapija, vodena para	
<i>RADIJACIJSKE</i>	infracrveno zračenje	

Tablica 2. Termoterapijske metode

Da bi određeni čimbenik bio pogodan za primjenu u termoterapiji, on mora zadovoljavati određene uvjete:

1. prvenstveno *mora imati veliki toplinski kapacitet*, što znači da može primiti veliku količinu topline prilikom zagrijavanja,
2. *mora imati nisku toplinsku provodljivost*. Uz veliki toplinski kapacitet, ovo je druga najznačajnija karakteristika određenog termoterapijskog čimbenika. To znači da on, uz to što je u mogućnosti primiti veliku količinu topline, tu istu količinu koju je primio sporo predaje u okolinu.

3. Uz ove dvije glavne karakteristike potrebno je i da određeni čimbenik *ima visoku točku tolerancije*, a točka tolerancije je onaj stupanj zagrijanosti tijela koji se može podnijeti bez osjećaja bola. Za zrak to je 100°C, za vodu to je 44°C, za parafin 65°C,
4. Veoma je bitno da čimbenik koji koristimo u termoterapiji *bude praktičan za primjenu*,
5. Te osim praktičnosti *mora biti i relativno jeftin te dostupan*.

2.3.1. Površinske termoterapijske metode

2.3.1.1. Kondukcijske površinske termoterapijske metode

Oblozi

Aplikacija topline najčešće se primjenjuje upotrebom komercijalno raspoloživih obloga. Danas na tržištu postoji mnoštvo pripremljenih gotovih proizvoda u obliku toplih obloga, no primjena najjednostavnijeg toplog obloga vrši se na način da se jednostavno uzme ručnik te se smoči u toplu vodu dok ne dobije zadovoljavajuću temperaturu. Temperatura mora biti dovoljno visoka da pokrene pozitivne učinke određenog termoterapijskog postupka, a istodobno ne smije biti previsoka, jer bi u protivnom mogla izazvati nepoželjne opekline kod samog pacijenta. Tako pripremljen ručnik postavi se lokalno na mjesto gdje se izvodi tretman. Ovakva vrsta toplog obloga jednostavna je za primjenu i brzo se priprema, no ima svoje određene mane, a najveća je da se toplina na ovoj vrsti obloga ne zadržava predugo. Trebalo bi u pripremi imati više ručnika spremnih za izmjenu da toplina koja se aplicira na pacijenta bude konstantna.

Od jednostavnijih metoda izvedbe toplih obloga možemo navesti i slijedeći. Uzmemo jednu običnu čistu bijelu sportsku čarapu, te ju napunimo bijelom rižom i zavežemo. Tako pripremljenu čarapu stavimo u mikrovalnu pećnicu te zagrijemo na željenu temperaturu. Topli oblog ovog oblika spreman je za upotrebu. Za razliku od toplog ručnika, ova vrsta toplog obloga je dugotrajnija.

Psamoterapija

Umjesto riže, može se koristiti i sitno zrnati pijesak zagrijan 40 - 50°C. Korištenje pijeska u termoterapiji se naziva **psamoterapija**, te je razvijenija u humanoj medicini, dok se kod pasa ne koristi na klasičan način iz praktičnih razloga. Veoma je teško uvjeriti psa da stoji mirno za vrijeme izvođenja terapije. Klasično, pijesak se zagrije te se određeni dijelovi prekriju tako zagrijanim pijeskom. Kod pasa se mora pripremiti oblog. Primjenom ove metode u termoterapiji moguće je izbjeći pregrijavanje organizma iz razloga što pijesak dopušta znojenje, te je zbog toga veoma zahvalna metoda.

Baza za topli oblog može biti mnoštvo stvari, pa tako oblog može biti sastavljen od kukuruzne ljuske, gela koji se može upotrijebiti za aplikaciju kako topline tako i hladnoće pa sve do obloga koji su ispunjeni željezom. Velika prednost obloga koji su ispunjeni željezom je ta da se

aktiviranjem takvog obloga proizvodi toplina na nekoliko sati, kao posljedica kemijske reakcije koja nastaje oksidacijom (ŠEHIĆ, 2014.).



Slika 5. Jedan od oblika aplikacije toplog obloga kod psa – 1.



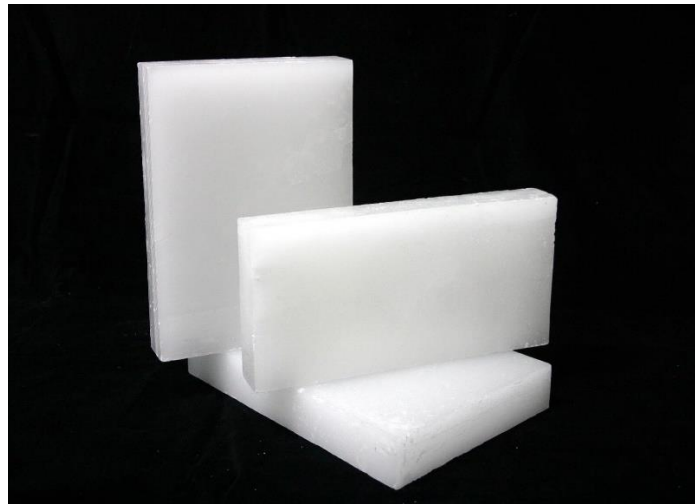
Slika 6. Jedan od oblika aplikacije toplog obloga kod psa – 2.

Upotreba prirodnih toplinskih nositelja donosi nam više koristi u primjeni termoterapijskih metoda, s obzirom na činjenicu da pored pozitivnih toplinskih učinaka, tu postoji i kemijsko djelovanje, koje se manifestira u obliku raznih hranjivih tvari uključenih u osnovu supstance, kao što u recimo neka prirodna mineralna ulja i slične biološki aktivne supstance.

Parafin

Prirodni izvori često imaju i pozitivne učinke mehaničkog djelovanja. Tu možemo navesti kao primjer djelovanje parafina koji ima i kompresijski učinak.

Parafin se dobiva preradom nafte, te je u čvrstom stanju u obliku bijele kristalne mase, koja se topi na 53°C. U terapijske svrhe koristi se pročišćeni, medicinski parafin.



Slika 7. Parafin u obliku voska

Parafin je veoma zastupljen u termoterapijskoj rehabilitaciji, upravo iz razloga što zadovoljava sve gore navedene termoterapijske karakteristike. Ima veliki toplinski kapacitet te nisku toplinsku provodljivost. Osim toga točka toleranciju mu je na visokih 65°C, veoma je praktičan je za upotrebu, te je jeftin u nabavi. Kod tretmana parafinom on djeluje, osim toplinskom reakcijom na organizam i mehaničkom reakcijom. Tu mislimo na kompresivno djelovanje, pošto se parafin pri hlađenju skuplja i očvrstne, te na taj način vrši blagi pritisak na samo tkivo. Kod ljudi se parafinska smjesa najčešće nanosi na organizam umakanjem u rastopljeni parafin, dok kod pasa takav tretman nije praktičan. Parafinska smjesa se kod pasa nanosi na određeni dio tijela u sloju od jednog pa do tri centimetra, pokriva se plastičnom folijom, pamučnom tkaninom, gazom ili sličnim, te se na taj način formira parafinski oblog. Sama aplikacija traje tridesetak minuta.

Razvojem medicinske tehnologije, sve ove metode prestaju biti aktualne, te se danas najčešće koriste gotovi pripravci na bazi gela. Gel se po potrebi može zagrijati ili ohladiti, te se u obliku obloga primijeniti na određeni dio tkiva. Takvi gotovi preparati se mogu koristiti više puta, što je veoma praktično u primjeni.

2.3.1.2. Konvekcijske termoterapijske metode

Što se *konvekcijskih površinskih termoterapijskih metoda* tiče, najčešće se koristi hidroterapija te metoda korištenja vlažnog zraka. Hidroterapija je dio fizikalne terapije koja proučava djelovanje vode i mogućnost njene primjene u svrhu terapije. Voda na organizam može djelovati na nekoliko načina, a najbitnija su nam:

1. Termičko djelovanje

Voda ima svojstva dobrog termoterapijskog čimbenika. Ima veliki toplinski kapacitet, popraćen sa malom toplinskom vodljivosti i visokom točkom tolerancije. Voda konvekcijskim putem predaje toplinu na tijelo koje se nalazi uronjeno u vodu. Indiferentna temperatura vode je 34 - 35°C, dok je točka tolerancije vode od 43 do 46°C.

TOPLA DIFERENTNA ZONA	<u>topla</u>	36 - 39°C
	<u>vruća</u>	40 - 42°C
INDIFERENTNA ZONA		34 - 35°C
HLADNA DIFERENTNA ZONA	<u>ledena</u>	0 - 4°C
	<u>hladna</u>	5 - 20°C
	<u>sviježa</u>	21 - 27°C
	<u>mlaka</u>	28 - 33°C

Tablica 3. Klasifikacija temperatura diferentnih zona kod vode

2. Mehaničko djelovanje

Na tijelo u vodi djeluju dva fizička zakona. Zakon hidrostatskog tlaka i potiska. Hidrostatski tlak je ona sila kojom voda svojom težinom djeluje na tijelo koje je u njoj. Ta se sila prenosi na kožu i krvne žile u koži, te ona mehanički potiskuje krv u vene, te prema srcu. Takvom vrstom djelovanja se potiče drenaža venske krvi. S druge strane sila potiska podliježe Arhimedovom zakonu koji glasi „svako tijelo uronjeno u vodu gubi prividno na težini onoliko koliko iznosi težina istisnute vode.“ Zahvaljujući sili potiska tijelo uronjeno u vodu ima samo 10% od svoje ukupne težine.

3. Kemijsko djelovanje

Mnoge tvari su veoma dobro topljive u vodi. Stoga se mogu određene supstance koje imaju pozivna biološka djelovanja na organizam rastopiti u vodi te na taj način imati djelovanje na organizam.

Ovisno o temperaturi vode hidroterapijske metode mogu biti hladne, indiferentne ili tople, a ovisno o površini na kojoj se primjenjuju mogu biti lokalne ili opće.

U hidroterapijske metode ubrajamo:

- Obloge
- Polijevanje
- Trljanje
- Tuševe
- Kupke
- Hidrokineziterapiju

Oblozi

Svaki oblog se sastoji od tri sloja. Prvi, unutarnji sloj je načinjen od određene tkanine koja se presavije i do desetak puta. Taj sloj je natopljen vodom, koja može biti hladna, indiferentna ili topla. Srednji sloj je građen od materijala koji sprječava naglo hlađenje ili zagrijavanje unutrašnjeg, prvog sloja. Zadnji, vanjski, treći sloj, obično je debljine oko tri centimetra te ima ulogu izolatora. Oblozi se mogu primjenjivati kao lokalne metode za određeni manji dio tijela, ili se mogu primjenjivati kao opće metode za cijelo tijelo.

Polijevanje

Polijevanje se vrši u vremenskom rasponu od 3 do 5 minuta i to vodom čija temperatura se kreće od 20 - 34°C. Polijevanje se primjenjuje kao lokalna metoda, te povećava tonus proširenih krvnih žila. Djeluje osvježavajuće.

Trljanje

Trljanje se izvodi vlažnim ručnikom ili vlažnom krpenom rukavicom, čija temperatura ovisi o svrsi djelovanja. Ova vrsta trljanja ručnikom ili maramicom je lokalna metoda hidroterapije, a ukoliko želimo postići opći učinak onda se koristi umotavanje ručnikom za cijelo tijelo. Djeluje osvježavajuće.

Tuševi

Ova metoda se sastoji u primjeni mlaza vode različite temperature (termički podražaj) pod pritiskom (mehanički podražaj). Intenzitet mlaza ovisi o temperaturi vode i on je jači što se temperatura približava donjoj granici hladne diferentne zone i gornjoj granici tople diferentne

zone. Temperature može biti konstantna tokom cijele metode, ili se pak može mijenjati. Kod mijenjanja treba imati na umu da se metoda uvijek započinje sa toplom vodom a završava sa hladnom. Temperatura vode ovisi i od općeg efekta koji se želi postići primjenom ove metode tuširanja. Ukoliko se tuširanje primjenjuje za relaksaciju pacijenta, upotrebljava se temperatura vode od 36 - 44°C (topla diferentna zona). Temperatura vode od 4 - 34°C (hladna diferentna zona) upotrebljava se za toniziranje organizma.



Slika 8. Opuštanje nakon terapije

Kupke

Kupke se najčešće izvode u kadama ili u bazenima prilagođenim za ovu vrstu tretmana. Temperatura kupki se kreće u rasponu od hladnih (10 - 20°C), svježih (21 - 27°C), mlakih (28 - 33°C), indiferentnih (34 - 35°C), toplih (36 - 39°C), pa sve do vrućih (40 - 42°C). Prema veličini tretiranog područja kupke se mogu podijeliti na opće kupke, kada se tretira cijelo tijelo osim glave. Zatim imamo lokalne kupke gdje se tretira određeni dio tijela, te imamo i polukupke kada se u bazen ili kadu zaroni pas samo do pola tijela.

Kod lokalnih kupki možemo razlikovati nekoliko vrsta.

- Haufeove ili postepeno rastuće kupke. Odlika ovih kupki je da se kod njih temperatura vode postepeno pojačava. Početna temperatura vode u takvim kupkama je indiferentna, 35°C, te se postepeno povećava do temperature od 45°C u vremenskom periodu od desetak minuta. Nakon dostizanja zadane temperature, terapija ne završava nego se nastavlja još 10 do 12 minuta. Ovakvo temperaturno izvođenje kupke je značajno zbog toga što se izbjegne početna vazokonstrikcija krvnih žila, te odmah dolazi do vazodilatacije krvnih žila, potkožnog tkiva te mišića. Heufeove kupke najčešće se koriste kod liječenja oboljenja periferne cirkulacije.
- Kontrastne kupke. Kod kontrastnih kupki naizmjenično koristimo toplu kupku čija temperatura vode iznosi 40°C i hladne kupke sa temperaturom vode od 20 - 25°C.

Procedura korištenja ovih kupki je da se prvo krene sa toplom kupkom u trajanju od 30 sekundi do jedne minute, pa se prebaci na hladnu kupku 10 – 15 sekundi. Takav redosljed ponovimo četiri do pet puta. Dokazano je da ovakva primjena kupki ima izrazito tonizirajući učinak na krvne žile.

Voda kao fizički čimbenik ima najširi opseg doziranja, može se koristiti u svim agregatnim stanjima, te u širokom rasponu temperatura, ovisno o indikacijama. Osnovni elementi za doziranje hidroterapijskih metoda je prvenstveno površina (ovisi hoće li metoda biti opća ili lokalna), zatim izbor metoda (hoćemo li upotrijebiti tuš ili kupku), te intenzitet.

Intenzitet može bit toplinskog, mehaničkog ili kemijskog karaktera. Kupke kada imaju temperaturu manju od 20 i višu od 40°C veoma su intenzivne te se koriste u kraćem vremenskom periodu, maksimalno do 1 min. Kupke slabijeg intenziteta su kupke čija temperatura vode se kreće u razini indiferentne temperature od 35°C. takve kupke se mogu koristiti u dužem vremenskom periodu od 10 – 15 – 20 minuta (TOMIĆ, 1981.).

Hidrokinetoterapija

Voda je veoma pogodan medij za razne terapijske aktivnosti, kao što su vježbe, plivanje, hodanje i trčanje. Aktivnosti u vodi se koriste za povećanje mišićne snage i izdržljivosti, za mobilizaciju zglobova, smanjenje spazma, poboljšanje balansa i koordinacije, za relaksaciju, za smanjenje bolova, mišićnog spazma i otoka.

2.3.1.3. Radijacijske površinske termoterapijske metode

Osim termoterapijskih metoda zasnovanih na konvekciji i kondukciji, *razlikujemo još i metode zasnovane na radijaciji*. U metode zasnovane na radijaciji ubrajamo infracrveno zračenje.

Svako tijelo čija je temperatura iznad temperature apsolutne nule (-273,15°C) emitira infracrvene zrake. To je topla vrsta zraka koja u elektromagnetskom spektru graniči sa crvenim zrakama vidljivog spektra i mikrovalovima visokofrekventne struje. Za ljudsko oko je ta vrsta zračenja nevidljiva, ali se može osjetiti kao osjećaj topline. To svojstvo se koristi pri termoterapiji infracrvenim zrakama. Za toplinske zrake vrijede isti osnovni zakoni optike koji vrijede i za zrake obične svjetlosti.

Pri prelasku iz jedne sredine u drugu svjetlost se može prelomiti, može se odbiti ili refraktirati. Odbijanje se događa kada je ulazni kut jednak kutu odbijanja. Sunčeva svjetlost se odbija od svjetlijih površina, pa je moguće njeno djelovanje i na osobe koje nisu direktno izložene. Osim prelamanja i odbijanja svjetlost se može i upiti ili apsorbirati. Tamnije površine upijaju više svjetlosti od svjetlijih površina. U termoterapiji ova potonja karakteristika apsorbcije svjetlosti je veoma važna jer se na njoj zasnivaju metode (ŠEHIĆ, 2014.).

Svijetlost na živa tkiva neće djelovati ukoliko nije apsorbirana. Svjetlosna energija će svoje biološke učinke pokazati jedino ako je apsorbirana od strane kože i dubljih slojeva tkiva. Dubina prodiranja svjetlosti u tkiva ovisi o:

- **Valnoj dužini.** Prodornost svjetlosti je proporcionalna valnoj dužini. Zrake većih valnih dužina prodiru duže u tkivo od zraka manjih valnih dužina. Shodno tome infracrveno zračenje prodire dublje u tkivo od ultraljubičastog zračenja.
- **Valnoj frekvenciji.** Za razliku od valne dužine valna frekvencija je obrnuto proporcionalna prodornosti. To znači na će zrake veće valne frekvencije imati manju prodornost u tkivo od zraka manje valne frekvencije.
- **Stanje kože.** Koža predstavlja određenu vrstu filtera za određene frekvencije svjetlosnog dijela elektromagnetskog spektra. Tako recimo UV zrake valne dužine od 200nm se u cijelosti apsorbiraju u rožnatom sloju epidermisa. Infracrvene zrake valne dužine od 1200nm se minimalno apsorbiraju u epidermisu (ŠEHIĆ, 2014.).

Međunarodna komisija za rasvjetu (CIE – franc. Commission internationale de l'éclairage) dijeli infracrveno zračenje u 3 područja:

IC – A: 700 nm–1400 nm (0,7 μ m – 1,4 μ m)

IC – B: 1400 nm–3000 nm (1,4 μ m – 3 μ m)

IC – C: 3000 nm–1 mm (3 μ m – 1000 μ m)

Međunarodna organizacija za standardizaciju u svom standardu ISO 20473 dijeli infracrveno zračenje na tri područja:

<i>oznaka</i>	<i>kratica</i>	<i>Valna duljina</i>
Blisko infracrveno područje	NIR	0,78 – 3 μ m
Srednje infracrveno područje	MIR	3 – 50 μ m
Daleko infracrveno područje	FIR	50 – 1000 μ m

Tablica 4. ISO klasifikacija infracrvenog zračenja

U terapiji infracrvenim zrakama primjenjuju se IC – A zrake.

Energija fotona infracrvenih zraka je znatno manja od energije fotona ultraljubičastih zraka. No dovoljna je da izazove ekscitaciju molekula, te se pri toj ekscitaciji molekula stvara toplina koja ima termičko djelovanje. Infracrvene zrake apsorbirane u površinskim slojevima kože se pretvaraju u toplinu. Ta toplina se konvekcijom prenosi u dublje dijelove tkiva.

Izvori infracrvenog zračenja dijele se na:

- Prirodne, tu ubrajamo sunčevo zračenje
- Umjetne:
 - ⇒ **Tamne**, gdje određeno ugrijano tijelo emitira elektromagnetsko zračenje. Kao predstavnika takvih, tamnih, izvora svjetlosti uzimao infracrvenu svjetiljku. Ona ima metalnu žicu koja se zagrijava do temperature od 400 do 500°C. takva svjetiljka emitira elektromagnetsko zračenje veće valne dužine od 4000 – 5000 nm.



Slika 9. Infracrvena svjetiljka

- ⇒ **Svijetle**, koji se koriste za dobivanje ultraljubičastog zračenja. Predstavnik svijetlih izvora je tzv. SOLUX svjetiljka. Princip rada ove svjetiljke je da ona sadrži volframovu žicu koja se zagrijava na temperaturu od 2300 - 2700°C. Žica se nalazi u vakumskom staklenom balonu. Zadnji dio balona je premazan amalgamom srebra, tako da taj dio djeluje kao reflektor, dok je prednji dio obojen u crno pa djeluje kao izvor. Infracrvene zrake koje emitiraju ove vrste lampi, emitiraju zrake sa maksimalnim zračenjem od 1500 do 2500 nm.

2.3.2. Dubinske termoterapijske metode

U dubinske termoterapijske metode spadaju konzervativne metode poput mikrovalova, kratkih valova, te terapijski ultrazvuk. Metoda koja se najčešće koristi od dubinskih termoterapijskih metoda je ultrazvuk.

Ultrazvuk

Dobivanje ultrazvuka omogućeno je korištenjem visokofrekventnih elektromagnetskih oscilacija i postojanjem piezoelektričnog efekta. Princip piezoelektrnog efekta se sastoji u tome što kvarcni kristal pod djelovanjem mehaničke sile (pritisak ili istežanje) stvara elektricitet. Električna energija prelazi u mehaničku, odnosno zvučnu energiju. U jednoj polufazi izmjenične struje dolazi do zgušnjavanja tvari (kompresija), dok se u drugoj polufazi tvar razrjeđuje (dilatacija).

Brzina širenja ultrazvuka ovisi o sredini kroz koju se valovi šire, kao i od temperaturi sredine. Ultrazvuk se brže širi kroz metale, sporije kroz živo tkivo, a najsporije se širi kroz zrak. Nadalje, što je temperatura sredine kroz koju se ultrazvučni valovi šire veća, veća je i brzina širenja valova.

Ultrazvučna energija se s obzirom na sraz i prijelaz u različite medije ponaša kao svjetlosna energija. Prema tome, ona podliježe zakonima refleksije, loma, transmisije i skupljanja u žarište pomoću leća (ŠEHIĆ, 2014.).

Ultrazvučni valovi se na granici dviju različitih sredina reflektiraju. Refleksija će biti veća što je veća razlika u impedaciji tih sredina. Tako će, primjerice, na granici između kosti i okolnog tkiva refleksija biti velika. Posljedica toga će biti znatno zagrijavanje periosta kosti, jer se veliki dio reflektirane energije apsorbira i prelazi u toplinu. Osim što se ultrazvučni valovi na granici između dviju sredina reflektiraju, jedan dio valova prodire dalje, odnosno lomi se u toj drugoj sredini, drugom mediju. Što je sredina homogenija to će prodrijeti veći broj valova. Relativno velik dio ultrazvučne energije prodre kad je riječ o tekućim i krutim tvarima. Situacija je drugačija kada govorimo o zraku te o nekoj plinovitoj sredini. Ultrazvučna energija u takvim medijima ne može prodrijeti, jer se u potpunosti reflektira, te dolazi do potpunog gubitka energije (ŠEHIĆ, 2014.).

Ovo je veoma bitno iz praktičnih razloga, jer se upravo taj gubitak energije događa kada glava sonde ne prijanja besprijekorno na samo kožu. Sloj zraka između kože i glave sonde od 1mm dovoljan je da nastane potpuna refleksija energije. Prekrivenost kože dlakom, spriječit će nas da koristimo terapijski ultrazvuk. Potrebno je prije stavljanja gela kao kontaktnog sredstva, ukloniti dlaku sa mjesta aplikacije. Nakon što se dlaka ukloni može se nanesti gel, upravo kako bi se izbjegla potpuna refleksija (ŠEHIĆ, 2014.).

Ultrazvučna energija se smanjuje prolaskom kroz određenu sredinu, a smanjuje se apsorpcijom. Apsorpcija je proces u kojem se ultrazvučna energija pretvara u toplinsku. Apsorpcija neće biti jedna u svim vrstama tkiva. U kostima je apsorpcija 10 puta veća nego u mekom tkivima. U mišićnom tkivu je apsorpcija dva puta veća nego u masnom tkivu, a apsorpcija u živčanom tkivu je dva puta veća nego apsorpcija u mišićnom tkivu (ŠEHIĆ, 2014.).

Sa većom frekvencijom povećava se i apsorpcija, no to će znatno smanjiti prodornost, odnosno dubinsko djelovanje ultrazvuka.

Djelovanje ultrazvuka na tkivo očituje se na nekoliko načina.

Mehaničko djelovanje se sastoji od visokofrekventnog valovnog kretanja, a ono pak dovodi do mehaničkog titranja čestica tkiva. To mehaničko titranje tkiva je u biti i mikro masaža. Ova vrsta djelovanja je proporcionalna intenzitetu i frekvenciji. Ukoliko su treperenja intenzivna dolazi do nastajanja neželjenih posljedica. Te neželjene posljedice se manifestiraju u obliku kavitacije. *Kavitacija* je stvaranje mjehurića plina u tkivima kroz koja prolazi ultrazvučni val. Stvaranje mjehurića može biti prolazno ili manje-više stabilno, te može rezultirati mehaničkim oštećenjem tkiva.

Toplinsko djelovanje nastaje uslijed apsorpcije ultrazvučne energije, a posebno je izražena na graničnim područjima između dvije površine. Temperaturna distribucija u tkivima u uvjetima ultrazvučne primjene u znatnoj mjeri ovisi o temperaturnoj vodljivosti tkiva, zatim o stanju temperaturne distribucije prije primjene ultrazvuka kao i o cirkulacionim uvjetima tretiranog područja.

Fizikalno kemijsko djelovanje se bazira na mehaničkom i toplinskom efektu. Ultrazvuk ubrzava oksidativno – reduktivne procese a time i metabolizam u tkivima, te se stvaraju farmakološki aktivne supstance. Stimulira se stvaranje prokolagena, a istovremeno se inhibira stvaranje zrelih kolagenih vlakana. Visokomolekularne bjelančevine se cijepaju na niskomolekularne, a mijenja se i pH krvi te on ide ka alkalnoj. Zbog svega gore navedenog dolazi do pozitivnog terapijskog efekta koji se očituje u smanjenju bola i otoka, smanjenju spazma, poboljšanja krvotoka i limfotoka, te poboljšanje resorpcije patoloških produkata u tkivima.

Neurorefleksno djelovanje se očituje na način da ultrazvučnim djelovanjem na refleksne zone postiže se regulacija vegetativnog živčanog sustava.

Osim ovih primarnih učinaka ultrazvučnog djelovanja, navest ćemo i nekoliko sekundarnih učinaka kao što je analgetsko djelovanje, povećanje nadražljivosti motornih živaca i mišića, povećano stvaranje antitijela.

Za dobivanje ultrazvuka koji se primjenjuje u terapiji koristi se ultrazvučni generator. On se sastoji od oscilatornog dijela i projektora. U glavi projektora se nalazi kvarcna pločica na koju djeluje visokofrekventno magnetsko polje pod čijim djelovanjem treperenjem nastaju ultrazvučni valovi. Tako nastali ultrazvučni valovi se preko aluminijske membrane prenose na kožu, a preko kože na druga tkiva u organizmu. Kada glava kod primjene ultrazvuka ostaje nepomična na mjestu onda govorimo o stabilnoj aplikacijskoj tehnici. Ova metoda se danas izbjegava jer može dovesti do prekomjernog zagrijavanja tkiva. Danas se primjenjuje tehnika pri kojoj se glava laganim kružnim pokretima kreće po tretiranom području.

Ultrazvučni valovi slabe prolaskom kroz zrak i reflektiraju se na graničnom području između zraka i tkiva. Upravo iz ovog razloga potrebno je staviti određeno kontaktno sredstvo između glave sonde i kože. Najprikladniji je komercijalni pripravak vodotopljivog ultrazvučnog gela kontaktna sredstva ne smiju sadržavati nadražujuće tvari niti prodirati kroz kožu. Moguće je pak da se umjesto standardnih kontaktnih sredstava koristi određeni pripravak sa ljekovitim

sredstvima. Ultrazvuk će povećati propustljivost kože pa će se ta ljekovita sredstva upiti u samu kožu (ŠEHIĆ, 2014.).

Ukoliko nije moguć direktan kontakt sonde sa kožom, moramo se poslužiti drugom metodom kontakta između glave sonde i kože. U takvim situacijama ćemo se koristiti metodom upotrebe ultrazvuka ispod vode. Tijekom postupka sonda se drži ispod vode 0,5 do 3 cm udaljena od kože. Danas se i ta metoda napušta jer se razvojem tehnologije došlo do stvaranja sondi sa manjom glavom.

Osim kontinuirane primjene ultrazvuka, postoji i mogućnost primjene impulsnog ultrazvuka, diskontinuiranog ultrazvuka. Ovakvom primjenom se ne gubi mehanički učinak, ali izostaje toplinski učinak djelovanja ultrazvuka, što znači da ne dolazi do zagrijavanja tkiva. Metoda se zasniva na djelovanju ultrazvuka i na pauzi između djelovanja. Omjer djelovanja i pauze je 1 naprama 4. To znači u praksi da imamo ultrazvučno djelovanje u trajanju od 2ms nakon čega slijedi pauza od 8ms. Pauza između impulsa smanjuje toplinsko djelovanje a istovremeno pojačava mehaničko djelovanje u vidu treperenja i mikromasaže. Ovakva primjena ultrazvuka ima prednost u korištenju kod stanja gdje je bol jako izražena, te kod sportskih povreda gdje se smanjuje mišićni tonus a postoji bolni mišićni spazam.

Doze ultrazvuka:

Intenzitet, a on se mjeri u W/cm^2 .

Doze	vrste ultrazvuka	W/cm^2	Trajanje
Niže doze	kontinuirani	0,05 – 0,5	5 min
	impulsni	0,15 – 0,5	5 min
Srednje doze	kontinuirani	0,5 – 1	8 min
	impulsni	0,5 – 1	8 min
Visoke doze	kontinuirani	1 – 1,5	10 min
	impulsni	1 – 1,5	10 min

Tablica 5. Doze ultrazvuka

2.4. Indikacije i kontraindikacije

Općenito gledajući indikacije za primjenu termoterapije su najčešće stanja poslije određenih povreda, lakši poremećaji cirkulacije, spazmi kako glatke tako i poprečnoprugaste muskulature, oštećenja centralnog i perifernog živčanog sustav. Uz ova stanja indikacije za primjenu termoterapije su još kronična ginekološka i urološka oboljenja, degenerativni reumatizam, te upalni reumatizam u fazi remisije.

Što se pak kontraindikacija za primjenu termoterapije tiče, možemo reći da su opće kontraindikacije za primjenu fizičkih čimbenika teška srčana oboljenja, infektivne bolesti, rekovalescencija, krvarenja, te izražena sklonost krvarenjima, maligne bolesti, ubrzana sedimentacija, teški poremećaji cirkulacije, te trudnoća (ŠEHIĆ, 2014.).

Parafinoterapija je indicirana kod posttraumatskih stanja, kod ožiljaka nakon opekotina, kod degenerativnog, zglobnog te upalnog reumatizma u fazi mirovanja, kod ginekoloških oboljenja, kod neuritisa. Kontraindicirana je pak kod općih akutnih oboljenja, krvarenja i sklonosti istima, kod TBC-a, kod dekompenzacije srca, te proširenih vena.

Krioterapija je metoda koja se pokazala najboljom tijekom akutne faze liječenja bolesnog tkiva i nakon vježbi, kako bi se smanjila bilo kakva upalna reakcija. Svjedoci smo u posljednje vrijeme primjene kriokupki kod profesionalnih sportaša. Nakon intenzivnog treninga ili nakon napornog nastupa ulaze u kade sa izrazito hladnom vodom čija je temperatura vrlo blizu točke ledišta. Krioterapija je djelotvorna u smanjenju bolova, osobito postoperativnog akutnog bola. U kombinaciji sa kompresijom i uzdizanjem, krioterapijom se smanjuju i edemi. Krioterapija također smanjuje i brzinu cijeljenja ozlijeđenog tkiva. Krioterapija se ne smije primjenjivati na pacijente koji su osjetljivi na hladnoću. Kod pasa koji su osjetljivi na hladnoću ne smiju se izlagati veća područja kože i ne smiju plivati u hladnim temperaturama. Hladnoća se ne smije primijeniti preko otvorenih rana, područja slabije osjetljivosti. Također primjena hladnoće nije indicirana kod veoma mladih i starih pasa.

<i>toplina</i>	<i>hladnoća</i>
vazodilatacija	vazokonstrikcija
Relaksacija muskulature	Tonizacija muskulature
Stimulacija parasimpatikusa	Stimulacija simpatikusa
Širenje pora u koži	Skupljanje pora u koži
Povećanje propustljivosti	Smanjenje propustljivosti

Tablica 6. Djelovanje topline i hladnoće na određena stanja u organizmu

Što se hidroterapije tiče ona je također indicirana kod degenerativnog reumatizma, kod posttraumatskih stanja. Često se koristi i povoljno djeluje u rehabilitaciji postoperativnih

prijeloma, stabilizaciji kranijalnog krucijalnog ligamenta, neurološka patološka zbivanja, tendinitise i druge poremećaje vezane za nemogućnost upotrebe nogu (ŠEHIĆ, 2014.).

Prije hidroterapijskih zahvata potrebno je dobro se propitati kod vlasnika o naravi psa vezano za vodu. Psi se znaju bojati vode, te se mogu opirati plivanju i boravku u vodi općenito. Kontraindicirano je hidroterapijske tretmane vršiti kod visokog krvnog tlaka, kod epilepsije te kod infekcije kože, ekcema te otvorenih rana. Da ne bi nastale komplikacije, sigurna je preporuka da se s tretmanima pričeka sve dok se ne ukloni šav poslije operativnog reza (ŠEHIĆ, 2014.).

3. ZAKLJUČAK

Tema ovog diplomskog rada je bila termoterapija u rehabilitaciji pasa. Cilj ovog preglednog diplomskog rada je bio pružiti uvid u termoterapiju, u način djelovanja termoterapije na organizam, stanja kod kojih je koristimo, te metode kojima se služimo.

Fizikalna terapija je jedna od najstarijih grana u povijesti medicine. U humanoj medicini ona se koristi veoma dugo i prepoznata je pogotovo kod postoperativnih zahvata, kao veoma važan čimbenik u oporavku pacijenata.

Kako se humani odnos prema životinja mijenjao iz godine u godinu, tako su i napredovali rehabilitacijski procesi, prvenstveno kod kućnih ljubimaca. U povijesti veterinarske medicine rehabilitacijski procesi i fizikalna terapija nisu bili na vrhu prioriteta kod kurative domaćih životinja. Danas gotovo sve vrste terapija koje se koriste kod rehabilitacije ljudi, upotrebljavaju se i kod rehabilitacije životinja.

Veoma veliku zaslugu u napretku fizikalne medicine, kako humane, tako i veterinarske ima razvoj tehnologije, koji je omogućio korištenje suvremenih saznanja u medicini.

Čovječanstvo danas sve više prihvaća svoje kućne ljubimce kao sastavne dijelove svojih obitelji, te je sve više spremno odvojiti truda i vremena, te materijalna sredstva, za dobrobit „novih“ članova.

4. POPIS LITERATURE

1. Bromiley, M.W. (1991.): *Physiotherapy in veterinary medicine*, Oxford, Blackwell Scientific.
2. Cameron, M.H. (1999.): *Physical agent sin rehabilitation: from research to practice*. Philadelphia, WB Saunders.
3. Delisa JA. (1983.): Peactical use of therapeutic physical modalities, *Am Fam Phys* 1983; 27: 129 – 138.
4. Licul, F. (1981.): *Elektrodijagnostika i elektroterapija*. Školska knjiga, Zagreb.
5. Hart, J. (1988.): The use of ultrasound therapy in wound healing. *J Wound Care*, 7, 25 – 28.
6. Helfand AE, Bruno J. (1984.): Therapeutic modalities and procedures. Part 1: cold and heat, *Clin Podiatry* 1984; 1:301 – 313.
7. McMaster, W. (1977.): A literaly reviev on ice therapy in injuries. *Am J Sports Med*, 5, 124 – 126, 1977.
8. Michlowitz, S.L. (1990.): *Thermal agent sin rehabilitation*, ed 2, Philadelphia, FA Davis.
9. Millard R.P, Towle – Millard HA, Rankin DC, et al (2013.): Effect of cold compress application on tissue temperature in healthy dogs. *Am J Vet Res* 2013.: 74: 443 – 447.
10. Šehić M. (2014.): *Fizikalna terapija i rehabilitacija psa*. Veterinarski fakultet, Zagreb.
11. Šehić M. i sur. (1977.): *Fizikalna medicina u terapiji i dijagnostici domaćih životinja*. Veterinarski fakultet, Zagreb.
12. Nedvidek B. (1988.): *Osnovi fizikalne medicine i rehabilitacije*. Univerzitet u Novom Sadu.
13. Olson, J., V. Stravino (1972.): A review of crioteraphy. *Phys Ther*, 62, 840 – 853.
14. Petrofsky JS, Laymon M. Heat transfer to deep tissue: the effect of body fat and heating modality, *J Med Eng Technol* 2009;33:337 – 348.
15. Tepperman PS, Devlin M. Therapeutic heat and cold. A practitioners guide. *Postgrad Med* 1983; 73:69 – 76.
16. Tomić B. (1981.): *Fizikalna terapija*. Viša medicinska škola, Beograd.

5. SAŽETAK

U ovom preglednom diplomskom radu opisana je termoterapija u rehabilitaciji pasa.

U radu je ukratko opisan pojam topline te određene fizikalne zakonitosti vezane za samu toplinu. Nadalje, definiran je pojam termoterapije te njena podjela na termoterapiju u užem smislu riječi i krioterapiju koja se bavi djelovanjem hladnoće na organizam.

Prikazani su ukratko i fizikalni principi termoterapije.

Osim pojma i fizikalnih principa termoterapije u radu su prezentirani oblici i metode kojima se koristimo u termoterapiji.

Predstavljene su površinske termoterapijske metode kao što su oblozi, hidroterapija i infracrveno zračenje, te dubinske metode termoterapije. Kod dubinskih termoterapijskih metoda najznačajniji je ultrazvuk.

U posljednjem dijelu diplomskog rada navedene su određene indikacije te kontraindikacije kod provođenja termoterapijskih djelovanja.

Ključne riječi: termoterapija, rehabilitacija, psi, fizikalna terapija

6. SUMMARY

Thermotherapy in the rehabilitation of dogs

The final thesis describes the application of thermotherapy in the rehabilitation of dogs.

The thesis gives a brief description of heat and certain laws of physics that apply directly to it.

Furthermore, it defines the term thermotherapy, how it is divided in the narrow sense of the word and defines cryotherapy and how cold temperatures affect the body.

The physical principles of thermotherapy are also described.

In addition to the term and physical principles that are described, the thesis provides examples of different forms and methods which are used in the application of thermotherapy such as wraps, hydrotherapy, infrared radiation and in depth thermotherapy methods, most notably the use of ultrasound.

The last part of the thesis is about different indications and contraindications that come as a result of thermotherapy.

Key words: thermotherapy, rehabilitation, dogs, physical therapy

7. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 3. kolovoza 1980. godine u Rijeci, Republika Hrvatska.

1995. godine završio sam Osnovnu školu "Zvonko Car" u Crikvenici.

1999. godine završio sam Pazinski kolegij – klasičnu gimnaziju u Pazinu.

2000. upisao sam studij veterinarske medicine na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Služim se engleskim i njemačkim jezikom u govoru i pismu.

Slobodno vrijeme volim provoditi čitajući, te putujući.