

# Fizikalno-kemijska svojstva vode kod imerzijske hidroterapije

---

**Bartolović, Luka**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*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:178:111205>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-09**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET**

**LUKA BARTOLOVIĆ**

**FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA VODE KOD IMERZIJSKE  
HIDROTERAPIJE**

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2017.**

## **VETERINARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

Diplomski rad je izrađen na Zavodu za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju i Zavodu za kemiju i biokemiju.

### **PREDSTOJNICI:**

Prof. dr. sc. Damir Stanin

Doc. dr. sc. Ivana Stolić

### **MENTORI:**

Doc. dr. sc. Zoran Vrbanac

Doc. dr. sc. Ivana Stolić

Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Damir Stanin
2. Doc. dr. sc. Ivana Stolić
3. Doc. dr. sc. Zoran Vrbanac
4. Dr. sc. Luka Krstulović (zamjena)

## ZAHVALE

Zahvaljujem se prvenstveno roditeljima na pruženoj podršci tijekom studija. Također i prijateljima koji su bili sve ove godine uz mene.

Posebna zahvala mentorima doc. Stolić i doc. Vrbanac na velikoj pomoći tijekom izrade ovog diplomskog rada.

## SADRŽAJ:

<b>1. UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2. HIDROTERAPIJA</b>	<b>2</b>
<b>2.1. OBLICI HIDROTERAPIJE</b>	<b>2</b>
<b>2.2. IMERZIJSKA HIDROTERAPIJA</b>	<b>7</b>
<b>3. FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA VODE</b>	<b>8</b>
<b>3.1. GUSTOĆA</b>	<b>8</b>
<b>3.2. UZGON</b>	<b>9</b>
<b>3.3. HIDROSTATSKI TLAK</b>	<b>13</b>
<b>3.4. VISKOZNOST I OTPOR</b>	<b>14</b>
<b>3.5. NAPETOST POVRŠINE</b>	<b>15</b>
<b>3.6. TERMIČKA SVOJSTVA</b>	<b>16</b>
<b>4. PRIMJENA HIDROTERAPIJE U VETERINARSKOJ MEDICIJI</b>	<b>17</b>
<b>4.1. INDIKACIJE</b>	<b>17</b>
<b>4.2. KONTRAINDIKACIJE</b>	<b>19</b>
<b>5. ZAKLJUČAK</b>	<b>20</b>
<b>6. LITERATURA</b>	<b>21</b>
<b>7. SAŽETAK</b>	<b>23</b>
<b>8. SUMMARY</b>	<b>24</b>
<b>9. ŽIVOTOPIS</b>	<b>25</b>

## 1. UVOD

Metode fizikalne terapije pripadaju među najstarije oblike liječenja. Hidroterapija koja se već stoljećima koristi u rehabilitaciji ljudi, posljednjih godina postaje sve popularnija u veterinarskoj medicini. Veterinarska medicina danas primjenjuje gotovo sve metode liječenja, dijagnostičke i operativne zahvate dostupne u humanoj medicini. Saznanja fizikalne terapije u humanoj medicini modificirana su i prilagođena za izvedbu u veterinarskoj praksi. Iako se najčešće nastavlja na poslijeoperacijsko razdoblje, u brojnim slučajevima indicirana je primjena fizikalne terapije i u razdoblju koje prethodi operacijskom zahvatu.

Starenjem populacije domaćih mesoždera značajno je povećan broj pasa koji boluju od različitih bolesti lokomotornog sustava, a najčešće su dijagnosticirane osteoartropatije. Za razliku od ljudi, osteoartropatije su najčešće posljedica starih trauma s posljedičnim degenerativnim procesima ili urođenim bolestima kostiju i zglobova koje također uzrokuju kompenzacijske degenerativne procese lokomotornog sustava. Urođene bolesti koje se najčešće javljaju na kukovima, koljenima i laktovima imaju rani početak i često doživotni karakter. Takvim pacijentima aktivnost je ograničena, a bolnost prilikom kretanja narušava kvalitetu života. Bol prouzrokovana oboljenjem kostiju i zglobova uzrokuje oštećenje ili izmjenu opsega kretanja, što dovodi do smanjene sposobnosti za izvođenje aktivnosti ili dovodi do promjena u ponašanju kao što su poteškoće u snu ili neki kognitivni poremećaji. Veterinar koji namjerava provoditi fizikalne metode liječenja, mora biti upućen u fiziologiju i funkciju mišića, kemijske procese i ostala stručna znanja kako bi mogao dijagnosticirati određena patološka stanja i utvrditi način terapije. Za provođenja hidroterapije postoje specifične mjere predstrožnosti za svakog pojedinog pacijenta ovisno o njegovim fiziološkim kapacitetima. Poznavanje fizikalno-kemijskih svojstava vode osigurava primjenu odgovarajućeg hidroterapijskog postupka za specifičnu dijagnozu te individualne potrebe pacijenta.

Ovaj rad opisuje hidroterapijske postupke s posebnim naglaskom na imerzijsku hidroterapiju te učinak iste u liječenju bolesti lokomotornog sustava životinja.

## **2. HIDROTERAPIJA**

Hidroterapija je metoda fizikalne terapije koja obuhvaća upotrebu vode u bilo kojem fizikalnom stanju u svrhu liječenja. Sama riječ hidroterapija nastala je od grčkih riječi *hydor* (voda) i *therapeia* (liječenje). Voda se kao medij koristi u liječenju mišićno koštanih bolesti dugi niz godina, a sustavno od početka dvadesetog stoljeća (Kadojić, 2013).

Hidroterapija obuhvaća vanjsku i unutarnju upotrebu vode, a s obzirom na površinu tijela na koju voda djeluje dijeli se na opću i lokalnu.

Prema fizikalno-kemijskim čimbenicima, hidroterapijski postupci se dijele na: hidrotermičke, hidrokinetičke, hidrokemijske i hidroelektrične (Babić-Naglić, 2013).

### **2.1. OBLICI HIDROTERAPIJE**

Oblici hidroterapije dijele se prema djelovanju vode i mjestu primjene. Razlikujemo opće i lokalne hidroterapijske postupke. Opći hidroterapijski postupci u veterinarskoj medicini su: pranje, kupanje, polijevanje, tuširanje i podvodna masaža. Lokalni hidroterapijski postupci koji se najčešće koriste su: oblozi, klizme, lokalne kupke i irigacije. (Šehić i sur., 1997).

#### **2.1.1. OPĆI HIDROTERAPIJSKI POSTUPCI**

##### ***Pranje***

Prije nego započnemo pranje životinje, potrebno je mehanički ukloniti veće nečistoće sa tijela te potom navlažiti kožu. Nakon vlaženja kože i uklanjanja grubih nečistoća nanosimo sapunicu koju je vrlo važno dobro isprati. Ispravnim provođenjem pranja uklanjaju se mrtve stanice epidermisa, te se otvaraju izvodni kanali lojnih i znojnih žlijezda. Pranjem kao higijenskim postupkom istovremeno primjenjujemo i opću masažu životinje što povećava cirkulaciju krvi u mišićju i potkožju (Šehić i sur., 1997).

##### ***Kupanje***

S obzirom na površinu tijela na koju voda djeluje, kupanje može biti lokalno i opće. Kupanje u veterinarskoj medicini se rijetko primjenjuje u specijaliziranim bazenima, ali se u tu svrhu mogu koristiti prirodni tokovi rijeka ili jezera (Šehić i sur., 1997).

### ***Polijevanje***

Polijevanje je jedan od najčešće upotrebljivanih hidroterapijskih postupaka. Provodi polijevanjem vode sa manje udaljenosti tako da se u kratkom vremenskom periodu izlije 10-15 litara vode na određeni dio tijela. Temperatura vode treba biti u uskoj vezi s indikacijama primjene. Topla voda se primjenjuje kod pacijenata sa kroničnim promjenama kako bi se povećao protok krvi i potaknulo ozdravljenje dok se kod pacijenata sa akutnim procesom primjenjuje hladna voda (Šehić i sur., 1997).

Kod polijevanja najčešća je lokalna upotreba hladne vode temperature od 10-15 °C. Postupak se najčešće koristi u području zatiljka kod indikacija kao što su povišena tjelesna temperatura krvarenja u području glave ili sunčanica. Također je vrlo često polijevanje ekstremiteta kod akutnih ozljeda kao što su distorzije (Šehić i sur., 1997).

### ***Tuširanje***

Tuširanje je oblik hidroterapije kod kojeg je najviše naglašen mehanički podražaj. Upotrebljavaju se pokretni ili nepokretni tuševi. Tuširanje se najčešće primjenjuje na velikim domaćim životinjama. Tuševi se postavljaju iznad stojnice, a ako postoji mogućnost može se instalirati cirkulatorni tuš, pomoću kojeg se mlaz može usmjeravati na određeni dio tijela radi što većeg mehaničkog učinka. Temperatura vode određuje se prema indikacijama same terapije (Šehić i sur., 1997).

### ***Podvodna masaža***

Podvodna masaža mlazom vode je kombinacija hidroterapije i mehanoterapije. Podvodna masaža se temelji na fizikalnim svojstima vode: toplina, uzgon i hidrostatski tlak. Ova metoda se može primijeniti i uz istovremeno aktivno kretanje ekstremiteta pacijenta uz stalan pritisak vodenog vala (Šehić i sur., 1997).



## 2.1.2. LOKALNI HIDROTERAPIJSKI POSTUPCI

### *Oblozi*

Oblozi su jedan od najčešće upotrebljivanih hidroterapijskih postupaka. Obloge dijelimo prema temperaturi vode na: tople, hladne i toplovlažne.

Topli oblozi se pripremaju kod temperature vode od 42-44°C. Oblog se sastoji od dva ili više slojeva. Prvi sloj je od pamučne tkanine, koja se više puta presavije i navlaži toplom vodom toliko da se voda ne cijedi na oboljelom mjestu. Drugi sloj može biti od vate ili flanelaste krpe, a oni služe kao izolator topline. Treći sloj, od zavoja ili neke tkanine, služi za učvršćivanje prva dva sloja. Oblog se mijenja onda kada izgubi svoju toplinu. Trajanje primjene toplog obloga ovisi o patološkim zbivanjima, a najčešće se primjenjuje neprestano u toku tri dana. Oblog se stavlja na oboljelo mjesto tako da najmanje 15 cm prelazi izvan rubova oboljelog mjesta.

Hladni oblozi primjenjuju se u dva sloja. Prvi sloj se sastoji od višestruko presavijenog zavojnog materijala prethodno umočenog u vodu temperature 8-12°C. Ako se želi postići niža temperatura onda se vodi dodaju sitni komadići leda. Preko prvog sloja stavlja se zavojni materijal koji ga učvršćuje. Hladni oblog svojim lokalnim termičkim podražajem direktno utječe na krvne žile i živčane završetke okončine uzrokujući vazokonstrikciju. Da bi se spriječila eksudacija i transudacija, oblog se mijenja svakih 10-15 minuta. Nakon jednog do dva sata primjene, potrebno je uzeti pauzu od pola ili jednog sata. Indikacije primjene hladnog obloga su: akutni upalni procesi, kontuzije i distorzije u prvih 24 sata nakon ozljeda ili oboljenja.

Toplovlažni oblog često se upotrebljava kao lokalni hidroterapijski postupak. Građen je od četiri sloja: prvi je od višestruko presavijene tkanine namočene vodom temperature oko 15°C; drugi sloj je od gumiranog platna ili neke plastične folije, koji služe kao izolatori vlage; treći sloj je od vate ili flanela, čija je uloga da sprečavaju utjecaj vanjske temperature i ublažavaju pritisak na cirkulaciju od strane četvrtog fiksacionog sloja. Pomoću tog sloja oblog mora biti dobro učvršćen, jer se isti drži na mjestu aplikacije 6 do 12 sati. U toku dana mijenja se 2 puta s pauzom od 2 sata. Toplovlažni oblog se primjenjuje nakon hladnog obloga. Svrha mu je da umjereno hladna voda pojačava tonus krvnih žila. Ovaj učinak traje oko pola sata. Iza toga, uslijed povišene temperature on gubi svojstvo hladnog obloga, a prvi sloj ugrijan od temperature tijela blage je topline (20-26°C). Ovakvom blagom toplinom postižu se daleko povoljniji uvjeti za sanaciju lokalnih upalnih stanja. Indikacije za primjenu toplovlažnih

obloga su: akutne upale u završnoj fazi eksucacije, transudacije i ekstravazacije. Primjenjujemo ih drugog ili trećeg dana nakon pojave upalnih stanja (Šehić i sur., 1997).

### ***Irigacija***

Irigacija je postupak ispiranja rana ili tjelesnih šupljina pomoću irigatora. Postupak se provodi korištenjem posebno izrađene posude (irigatori) ili uređaja s rezervoarom za vodu, koji je povezan gumenom cijevi i posebnim nastavkom pomoću kojega se dovodi voda u određeni dio tijela. Indikacije za primjenu hladnih irigacija su: akutni upalni procesi, kontuzije, distorzije i sl. Kod irigacije mogu se primjeniti dezinficijensi i drugi medikamenti (ljekovite irigacije). (Šehić i sur., 1997).

### ***Klizma***

Klizma (grč. *klyisma* što znači ispiranje) je postupak davanja odgovarajuće otopine kroz analni otvor u debelo crijevo pomoću prethodno uvedene rektalne sonde ili katetera.

Pribor koji se koristi u postupku:

1. graduirana posuda za vodu koja ima pri dnu prema vani kratak svinuti kljun s okruglim otvorom (posuda s ostalim priborom zove se irigator),
2. gumena cijev, dovoljno duga, koju treba jednim krajem spojiti na kljun posude,
3. nastavak za primjenu klizme. Nastavak je kraća cijev od tvrde gume s debljim maslinasto zaobljenim vrškom u koju se umeće drugi kraj gumene cijev koji se uvlači u debelo crijevo ili se u tu svrhu preko njega navlači kateter, i
4. Nelatonov kateter.

Klizma se najbolje i najobzirnije daje pomoću irigatora i Nelatonova katetera, koji se natakne na otvor nastavka. Prije uvlačenja u debelo crijevo kateter treba namastiti. Tekućina se pušta tek kada je kateter uvučen dovoljno duboko u debelo crijevo. Tekućina koja se primjenjuje za uljev mora biti ugodno topla.

Klizma za čišćenje najjednostavnija je, a i najčešće se upotrebljava kao uljev za čišćenje. Klizma se daje pacijentima prije operacije i poslije operacije kao prvi podražaj za buđenje crijevne peristaltike. Klizme se primjenjuju kod opstipiranih životinja, zatim kod onih koje se pripremaju za rendgenološke pretrage.

Irigoskopska klizma daje se kod rendgenoloških pretraga debelog crijeva. U vrijeme ulijevanja kontrastno sredstvo se može pratiti dijaskopski.

Nutriciona klizma daje se oslabljenim pacijentima koji ne smiju ili ne mogu stanovito vrijeme uzimati hranu.

Klizme za masažu primjenjuju se postupcima punjenja i pražnjenja debelog crijeva hladnom vodom. Ovim postupkom pobuđuju se dvije vrste podražaja, mehanički i toplinski. Mehanički pritisak na stijenku crijeva i na živčane završetke je posljedica količina vode koja se ulijeva, dok istovremeno temperatura vode izaziva termički podražaj, kojim se pojačava tonus živčanog sustava i glatke muskulature. Indikacije za primjenu klizmi za masažu su: atonije crijeva i želuca, smanjena peristaltika, meteorizam i hipotonija crijeva. Kontraindicirane su kod kataralnih upala crijeva, enteralgija i proljeva.

Klizme za termoregulaciju mogu sniziti ili povećati opću tjelesnu temperaturu. Uljevom hladne vode 10-20°C i hladnim poljevanjem životinje može se sniziti opća tjelesna temperatura za oko 1°C. Da bi se povećala opća tjelesna temperatura primjenjuje se voda temperature 40-44°C. (Šehić i sur., 1997).

### ***Kupke***

Kupke se često upotrebljavaju u veterinarskoj medicini. Dije se na opće i lokalne, koje se zatim dijele na obične i ljekovite. Češće se upotrebljavaju lokalne kupke za ekstremitete i za vime kod velikih domaćih životinja.

Kupke za ekstremitete velikih domaćih životinja, odnosno kupke po Hauffeu, dijele se na hladne (temperature vode 10-15°C) i tople kupke (temperature vode 44-45°C). Jedan ekstremitet se stavlja u posudu s vodom čiji nivo treba biti najmanje 15 cm iznad oboljelog mjesta. Kupke obično traju 15-20 min.

Indikacije za primjenu toplih kupki su: pododermatitis, flegmone, fistule kopitnih hrskavica, artritis, panaricija, burzitis, tendinitis i sl. Hladne kupke primjenjuju se kod aseptičkog akutnog pododermatitisa, zatim kod akutnih postraumatskih i reumatskih stanja. (Šehić i sur., 1997).

## **2.2. IMERZIJSKA HIDROTERAPIJA**

Imerzijska hidroterapija je oblik općeg hidroterapijskog postupka. Najčešće se provodi uranjanje tijela ili dijela tijela u vodu.

Glavna prednost imerzijske hidroterapije u odnosu na klasičnu fizikalnu terapiju je u tome što su fiziološke kretnje ozlijeđenih pacijenata znatno olakšane. Prilikom vježbanja životinjom je lakše manipulirati zbog utjecaja sile uzgona vode. Međutim, provođenje hidroterapijskih postupaka treba kod svakog pacijenta strogo nadzirati. Često pacijenti ne pokazuju suradnju zbog straha od vode ili boli prilikom njihove manipulacija. Stoga svaka hidroterapijska procedura mora biti pravilno provedena te će jedino tako garantirati pozitivnim učinkom u terapiji lokomotornog sustava i poboljšanju kvalitete života (Edge-Hughes, 2007). U humanoj medicini dokazan je pozitivan učinak hidroterapije kroz smanjenje simptoma bolesti te smanjenu upotrebu analgetika (Grazio, Doko, 2013).

Fizikalna terapija učinkom vode kroz toplinsko djelovanje, pritisak na tijelo i smanjenjem tjelesne težine zbog sile uzgona omogućuje nam široku primjenu hidroterapije u tretmanu brojnih oboljenja, posebice lokomotornog sustava.

### 3. FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA VODE

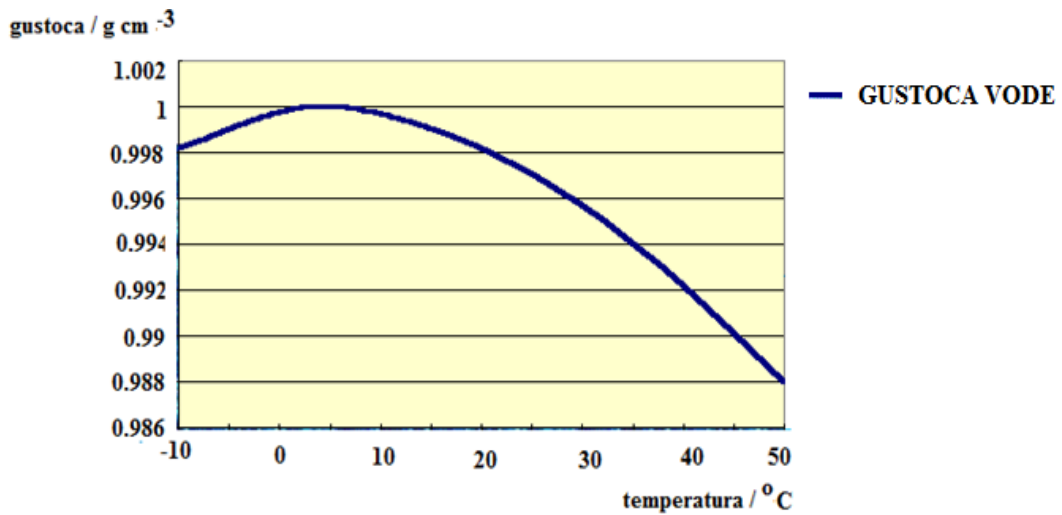
Na tijelo uronjeno u vodu djeluju različite sile. Poznavanje osnovnih zakonitosti omogućava nam razumijevanje učinka imerzijske hidroterapije, određivanje intenziteta i frekvencije terapije te mogućih kontraindikacija.

#### 3.1. GUSTOĆA

Gustoća ( $\rho$ ) tvari definira se kao omjer mase i volumena:  $\rho = m / V$ , a izražava se u  $\text{kg/m}^3$  (Silberg, 2000). Ova fizikalna veličina govori nam o kompaktnosti neke tvari, odnosno koliko je mase sadržano u jedinici volumena. Određene tvari imaju isti volumen ali različitu masu, prema tome gustoća mase ovisi o vrsti tvari. Zbog slabih međumolekulskih sila između molekula plina, plinovi imaju najmanju gustoću. U tekućini odnosno krutinama između atoma odnosno molekula djeluju jače sile zbog čega je i njihova gustoća veća.

Na gustoću tijela utječu temperatura i tlak. Zagrijavanje nekog fluida u pravilu izaziva promjenu volumena zbog promjene međumolekulskih udaljenosti. Gustoća vode raste s porastom temperature do  $4\text{ }^\circ\text{C}$  ( $0 - 3,94\text{ }^\circ\text{C}$ ), dok se iznad te temperature gustoća vode smanjuje. Voda je najgušća pri  $4\text{ }^\circ\text{C}$  i pri toj temperaturi gustoća iznosi  $1\text{ g cm}^{-3}$  (Slika 1) (Silberg, 2000). Uz temperaturu i tlak na gustoću vode također utječe količinom otopljenih tvari, stoga je morska voda gušća od slatke. Relativna gustoća je fizikalna veličina kojom se izražava omjer gustoće neke tvari i gustoće referentne tvari. Specifična težina (sila) je omjer težine i volumena određene tvari i izražava se  $\text{N/m}^3$ . Specifična težina čiste vode je 1. Ovisno o specifičnoj težini, tijelo tone ili pluta. Gornja i donja granica gustoće tijela ljudi su  $0,939\text{ g/cm}^3$  u vrlo pretilih ljudi do  $1,10\text{ g/cm}^3$  u najmršavijih. Relativna gustoća također određuje koliki dio će biti izvan vode, a koliki u vodi. Primjerice specifična težina 0,2 ukazuje da se 20 % tijela nalazi pod vodom.

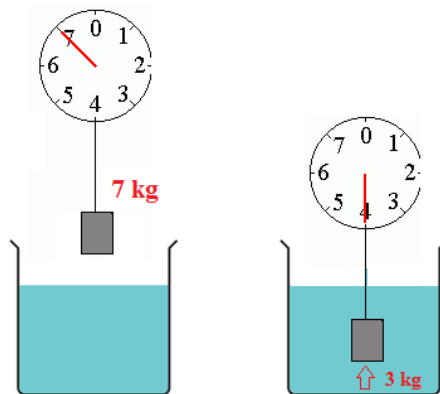
Mala specifična težina je razlog zbog kojeg se izrazito mršavim i jako mišićavim životinjama, koje imaju tendenciju tonuti, prilikom rehabilitacije indicirano stavlja prsluk ili pojas. Jedan od oblika hidroterapije su vježbe pod opterećenjem u kojima se životinji stavljaju utezi kako bi se povećala ukupna specifična težina što rezultira povećanim naporom životinje kako bi se održala izvan vode. Vježbe pod opterećenjem moraju biti strogo nadzirane kako ne bi došlo do utapanja te kako bi se postigao željeni učinak određene terapijske procedure.



Slika 1. Ovisnost gustoće vode o temperaturi.

### 3.2. UZGON

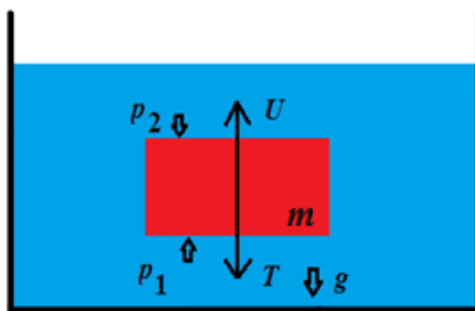
Uzgon je sila koja djeluje na tijelo uronjeno u fluid, a javlja se kao posljedica hidrostatskog tlaka na uronjeno tijelo (Hughes, Sammons i Eldridge, 2007). Silu uzgona prvi je otkrio Arhimed. Arhimedov zakon kaže: kada je tijelo potpuno ili djelomično uronjeno u fluid, ono je pod utjecajem sile istiskivanja koja je po iznosu jednaka težini vode koju je tijelo istisnulo (Edlich i sur., 1987). Zbog djelovanja sile uzgona suprotno od sile teže, tijelo uronjeno u vodu gubi težinu, a taj gubitak jednak je težini istisnute vode (Slika 2).



Slika 2. Djelovanje uzgona na tijelo u tekućini

Na tijelo uronjeno u fluid, na njegovu gornju i donju površinu djeluju različiti hidrostatski tlakovi (Slika 3), dok se tlakovi koji djeluju na njegove bočne strane međusobno poništavaju. Poznato je da tlak raste sa dubinom, prema tome tlak koji djeluje na donju površinu veći je od

tlaka koji djeluje na gornju površinu. Razlikom ovih tlakova dobivamo silu koja je suprotna djelovanju sile teže i naziva se uzgon.

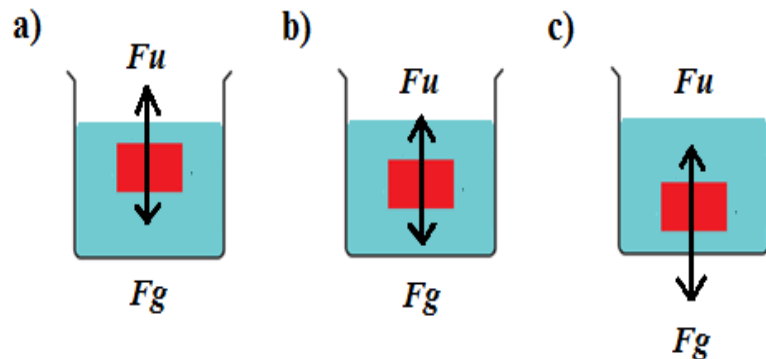


$U$  - sila uzgona  
 $T$  - težina tijela u tekućini  
 $m$  - masa tijela  
 $p_1, p_2$  - hidrostatski tlakovi  
 $g$  - gravitacija

Slika 3. Shematski prikaz sile koje djeluju na uronjeno tijelo.

Na tijelo koje miruje u vodi djeluju dvije suprotne sile:

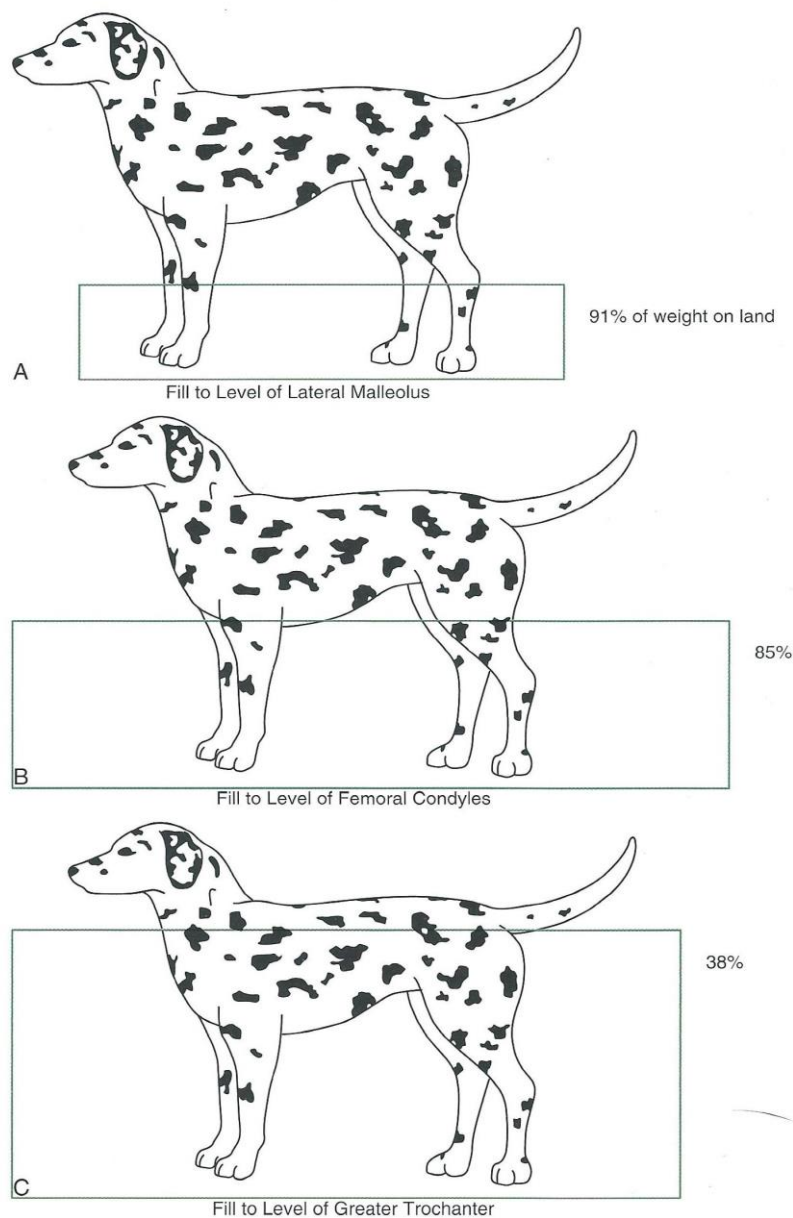
1. Sila teža ( $F_g$ ): sila koja djeluje kroz težište, centar gravitacije.
2. Sila uzgona ( $F_u$ ): sila koja djeluje kroz centar uzgona, to je centar gravitacije volumena istisnute tekućine.



Slika 4. Shematski prikaz položaja tijela u vodi s obzirom na djelovanje sile uzgona  $F_u$  i sile Zemljine sile teže  $F_g$ : a) lebdjeti  $F_u = F_g$ , b) izranjati  $F_u > F_g$ , i c) tonuti  $F_u < F_g$ .

Hoće li neko tijelo plutati, lebdjeti ili tonuti ovisi o gustoći tijela te o gustoći fluida u kojem se to tijelo nalazi. Kada je uzgon veći od težine tijela, tijelo pliva, tijelo lebdi ako su uzgon i težina tijela jednaki, a ako je uzgon manji od težine tijela, onda to tijelo tone (Slika 4):

- a) Tijelo lebdi ( $F_u = F_g$ )
- b) Tijelo izranja ( $F_u > F_g$ )
- c) Tijelo tone ( $F_u < F_g$ ).



Slika 5. Utjecaj sile uzgona na uronjeno tijelo psa (Tragauer i Levine, 2002).

Tragauer i Levine (2002) su kod pasa proveli istraživanje koje je pokazalo kako težina psa uronjenog do visine velikog trohantera iznosi 38% težine na tlu, do lateralnog kondila bedrene kosti 85 %, a do lateralnog malleolusa 91% (Slika 5).

Ako su centri gravitacije i uzgona u istoj okomitoj liniji tijelo ostaje u ravnoteži. Ako centri nisu u ravnoteži sile uzrokuju pojavu zaokretnog momenta sile. Tijelo se nastavlja rotirati sve dok ne postigne ravnotežu. Moment sile jednak je umnošku uzgona i udaljenosti

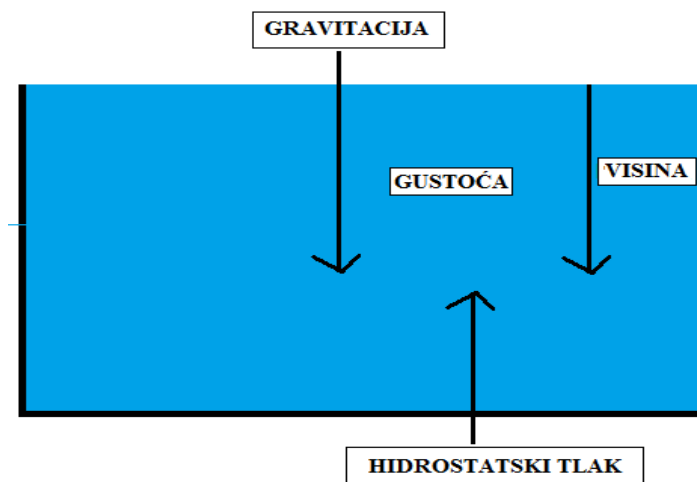


između centralne linije uzgona i okomite linije kroz centar rotacije. Sila uzgona će jače djelovati što je ta udaljenost veća. Sila uzgona je od velike koristi jer pomoću nje možemo rasteretiti ozlijeđeno tkivo te potaknuti životinju da obavlja vježbu unutar fizioloških kapaciteta. Implikacije za primjenu su najčešće kod pacijenata kojima je amputirana jedna ili obje stražnje noge, pacijentima sa teškim ozljedama kralježnice ili asimetričnim tonusom.

### 3.3. HIDROSTATSKI TLAK

Tijelo uronjeno u tekućinu sa povećanjem dubine osjeća sve veći pritisak. Taj pritisak se naziva hidrostatski tlak. Pascalov zakon kaže da je tlak tekućine jednak na svim površinama uronjenog tijela u mirovanju (Olmsted, 1994). Taj je tlak direktno proporcionalan dubini i gustoći tekućine. Zbog toga na tijelo koje je dublje uronjeno u tekućinu djelovat će veći tlak. Ovaj tlak ovisi o gustoći fluida  $\rho$ , dubini na kojoj se mjeri  $h$  i Zemljinom sila teži  $g$ :  $p = \rho \cdot g \cdot h$ . Na tijelo koje je uronjeno u vodu djeluje gravitacijska sila vertikalno prema gore te sila otpora vode koja djeluje prema dolje tako da tijelo gubi na težini (Slika 6). Atmosferski tlak na površini vode iznosi 1 kPa, a tlak tekućine povećava se kod 0,3 m dubine za 0,029 kPa. Budući da hidrostatski tlak vrši stalan pritisak na tkivo uronjeno u vodu, može se poboljšati rad sa akutnim ozljedama zglobova ili edematoznim tkivom. Stalnim pritiskom na tkivo povećava se cirkulacija i istodobno onemogućava daljnje širenje edema.

Dokazano je kako hidrostatski tlak smanjuje bol djelovanjem na aferentne živce kože. Ova prednost hidroterapije omogućuje izvođenje različitih kretnji sa manje boli povećavajući motivaciju za vježbanjem i kvalitetom života. Također indicirane su stroge mjere kod pacijenata koji boluju od dišnih bolesti jer zbog hidrostatskog tlaka smanjen je volumen pluća. U humanoj medicini je primjećeno da se stajanjem ili hodanjem u vodi smanjuju periferni edemi nastalih zbog vaskularne ili limfne insuficijencije (Grazio i Doko, 2013).



Slika 6. Shematski prikaz sila i čimbenika vode koji utječu na uronjeno tijelo.

### 3.4. VISKOZNOST I OTPOR

Viskoznost ili otpor prilikom kretanja u vodi uzrokovan je kohezivnom ili privlačnom silom između molekula vode (Mekjavić, 1996; Olmsted, 1994). Molekule vode imaju sklonost vezanja za površinu tijela koje se kreće kroz nju uzrokujući otpor prema tijelu. Kod tekućina viskoznost opada sa temperaturom dok raste sa brzinom protoka. Otpor kod protoka tekućine izrazio je veći u vodi nego u zraku, čineći kretanje vodom težim nego zrakom. Otpornost ne ovisi samo o vodi već i o obliku i veličini tijela. Manje mišićava i uža tijela lakše će se gibati kroz vodu za razliku od velikih masivnih tijela koja imaju veći otpor prema kretanju.

Reynoldsov teorem govori da postoje tri tipa protoka (McGowan i sur. 2007):

1. laminarni – strujanje molekula je jednako i sve strujnice su istog uzroka;
2. prijelazni – kako viskozitet raste, molekule rade blagi otklon;
3. turbulentni – viskozitet dalje raste, gibanje tekućine je nepravilno, dolazi do pojave "kovitlanja".

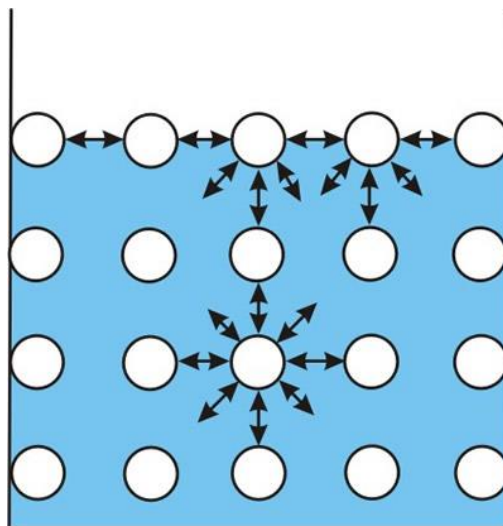
Zbog nepravilnih kretanja u slojevima vode nastaje turbulentni tok koji opisuje "kovitlanje". Jačina turbulencije ovisi o brzini kretanja i o obliku tijela. Veća brzina uzrokuje veću turbulenciju. Kovitlaci su oblik turbulentnog toka gdje slojevi tekućine slijede kretanje objekta u vodi u kružnom mjeru. Kovitlaci pružaju otpor kretanjama objekta u vodi gurajući objekt natrag. S obzirom na sve te čimbenike otpor tijekom vježbi u vodi može se pojačati povećanom brzinom kretanja pacijenta, povećanjem površine objekta ili dijela tijela koje se kreće kroz vodu (Šehić i sur., 2014).

Viskoznost je vrlo važna u hidroterapiji jer može pojačati osjet te učvrstiti nestabilne zglobove. Psi koji boluju od parapareze često pokazuju veću želju za hodanjem u vodi nego na tlu zbog viskoznosti i uzgona koji smanjuju opterećenje lokomotornog susatava. Često pacijenti sa ozljedama kralježnice koji imaju probleme sa ravnotežom prije prohodaju na vodenoj pokretnoj traci nego na tlu.

### 3.5. POVRŠINSKA NAPETOST

Za površinsku napetost vode odgovorne su kohezivne sile koje djeluju između molekula vode. Kohezivne sile djeluju između istovrsnih čestica, a između različitih čestica djeluju adhezivne sile. Između molekula zraka i molekula vode u vodi nalazi se granični sloj. Na molekule vode koje se nalaze ispod graničnog sloja djeluje potpuno ista kohezivna sila sa svih strana, što nije slučaj sa molekulama na površini vode.

Molekule u graničnom sloju sa svih strana su jednako privučene susjednim molekulama osim sa one strane gdje se voda dodiruje sa zrakom. Privlačne sile među molekulama tekućine znatno su veće nego sila između molekula vode i zraka. Zbog toga je rezultantna sila koja se nalazi u graničnom sloju usmjerena prema unutrašnjosti vode, stoga voda nastoji poprimiti oblik koji će imati najmanju površinu. Površinska napetost zapravo je rezultantna sila između kohezivnih i adhezivnih sila (Slika 7).



Slika 7. Shematski prikaz međumolekulskih sila u čistoj vodi. (Izvor: <http://physics.mef.hr/Predavanja/sempovtek02/main1.html>)

### 3.6. TERMIČKA SVOJSTVA

Zbog visoke specifične topline i termalne vodljivosti, voda je pogodna za brzo zagrijavanje i hlađenje tijela. Specifična topline vode je oko četiri puta veća od specifične topline zraka, a njezina termička vodljivost približno 25 puta veća od termičke vodljivosti zraka.

Toplina između uronjenog tijela i vode prenosi se na dva načina: kondukcijom i konvekcijom. Kondukcijom se temperatura prenosi izravnim kontaktom dvaju tijela u obliku kinetičke energije. Brzina prenošenja topline ovisi o temperaturnoj razlici dvaju tijela. Konvekcija je proces u kojem se topline prenosi sa jednog dijela fluida u drugi samim gibanjem fluida zbog temperaturne razlike. Za razliku od kondukcije, konvekcija je puno brži proces.

Vježbanje u vodi zagrijanoj iznad 33°C može izazvati osjećaj umora i iscrpljenosti zbog povišene temperature, dok aktivnost u vodi ispod 25°C uzrokuje stres i aktivira mehanizam prilagodbe kojim se opire smanjenju tjelesne temperature (Monk, M. 2007). Stoga je preporučena temperatura vode u bazenima za hidroterapiju najčešće između 28°-32°C.

## 4. PRIMJENA HIDROTERAPIJE U VETERINARSKOJ MEDICINI

### 4.1. INDIKACIJE

Pozitivno djelovanje hidroterapije seže duboko u povijest. Hidroterapija je široko rasprostranjena u fizikalnoj terapiji kod ljudi, a najčešće u liječenju osteoartritisisa i reumatskog artritisisa. Dokazano je kako hidroterapija utječe na smanjenje boli kod pacijenata sa osteoartritisom kuka te da povećava snagu i pokretljivost zglobova zahvaćenih osteoartritisom (Monk, 2007). Rezultat korištenja hidroterapije vidljiv je kao smanjenje poteškoća u izvođenju fizioloških pokreta te u skraćivanju vremenskog perioda oporavka.

Hidroterapija se često koristi postoperativno. Koristeći ju nakon operacije različitih zglobova, rehabilitacija može početi puno ranije, jer rasterećuje mišiće za razliku od vježbi izvođenih na tlu, a time je olakšano vježbanje ozlijeđenog područja (Steiss 2003). Utvrđeno je kako vježbanje u vodu utječe na smanjene efuzije zgloba, da brže vraća funkciju te povećava raspon kretanja koljena i snagu m. quadriceps brachii (Monk, 2007).

Kod životinja se hidroterapija može provoditi u obliku plivanja, stajanja ili hoda po pokretnoj traci u specijalnim bazenima dizajniranim za upotrebu u veterinarskoj medicini (Slika 8).



Slika 8. Pas u bazenu s pokretnom trakom (Izvor: Zavod za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju, Veterinarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu)

Hidroterapija se također provodi u bazenima uz obavezni nadzor (Slika 9). Primjena hidroterapije u bazenima moguća je kod pasa koji su nakon prethodno provedene aklimatizaciju opušteni i dopuštaju terapeutu da im pomiče pojedine dijelove tijela

(McGowan i sur., 2007). Vježbe se mogu provoditi i u obliku plivanja u rijekama, jezerima, moru, ali se rijetko preporučaju zbog nekontroliranih uvjeta (Kreszinger i sur., 2008) .



Slika 9. Pas u bazenu. (Izvor: <https://www.lichfieldhydrocentre.co.uk/about>)

Puno je terapijskih koristi od vježbi u vodi. One istodobno poboljšavaju snagu, izdržljivost mišića, kardiovaskularnu izdržljivost, raspon kretnji, pokretljivost i doprinose općenitoj fiziološkoj dobrobiti, s minimalnim bolom.

Indikacije za provođenje hidroterapije:

- ozljede mekih tkiva
- stanja nakon prijeloma
- ozljede kralježnice
- upalne i degenerativne reumatske bolesti
- kontrakture zglobova
- mišićni spazmi
- prevencija pojave atrofije
- postoperativni zahvati
- sprječavanje eksudacije poslije trauma
- smanjen krvni protok
- loše kondicijsko stanje
- neurološke bolesti (Bockstahler i sur., 2004).

## 4.2. KONTRAINDIKACIJE

Prije same terapije potrebno je pitati vlasnika o naravi životinje. Često se životinje boje ili ne žele ući u vodu te je vrlo važan sam pristup životinji kako ne bi došlo do naglih pokreta ili ozljeda. Svakog pacijenta koji je upućen na hidroterapiju važno je strogo nadzirati te nikada ne smije ostati sam.

Budući da se hidroterapija kod životinja prvenstveno sastoji od plivanja i hodanja kroz vodu, moramo obratiti pažnju dali životinja koristi sva 4 ekstremiteta. Često se dogodi da životinja koristi samo prednje ekstremitete i u tom slučaju učinak hidroterapije je smanjen. Također, važno je utvrditi kardiovaskularno i kondicijsko stanje. Kako bi se smanjila mogućnost infekcije, potrebno je vršiti drenažu bazena i dezinfekciju nakon upotrebe.

Kontraindikacije za primjenu hidroterapije:

- smetnje osjeta topline
- srčana i respiratorna oboljenja
- opasnost od krvarenja
- dermatološke bolesti
- bolesti probavnog sustava (povraćanje i/ili proljev)
- iscrpljenost
- nekontrolirana epilepsija
- kašalj čopora
- otvorene rane bez voodootporne zaštite
- visoka tjelesna temperatura
- teške bolesti jetre i bubrega (Šehić, 2014)



## 5. ZAKLJUČAK

Najšira definicija hidroterapije je primjena vode u svrhu liječenja i profilakse. Hidroterapija se najčešće provodi prilikom ozljeda lokomotornog sustava životinja. Uobičajeno zbrinjavanje takvih pacijenata zasnivalo se na provođenju operativnih zahvata, davanju antiflogistika i analgetika te promjenama životnih navika i smanjenja tjelesne težine. Uvođenjem hidroterapije uočeno je skraćivanje vremena oporavka pacijenata i smanjenje upotrebe medikamenata. Hidroterapijski postupci dovode do povećanja snage i podnošljivosti mišića, povećanja protoka krvi, ubrzanja metabolizma i brže restitucije tkiva, stoga ne iznenađuje da, osim ozljeda lokomotornog sustava, postoji veliki broj indikacija za njezinu primjenu kao što su različite urođene bolesti i posljedične degenerativne promjene.

Izrazito široka primjena hidroterapije kako u humanoj, tako u veterinarskoj medicini, ostvaruje se provedbom postupaka koji se mogu podijeliti na opće i lokalne hidroterapijske postupke. Pri propisivanju provedbe nekog od općih postupaka, bitno je da veterinar ima u vidu da vlasnici uglavnom već imaju uvriježen način na koji ga provodi te da naglasi i detaljno opiše što od njih očekuje. Glavni problemi se pri tome odnose na temperaturu i količinu primijenjene vode. Najčešći lokalni hidroterapijski postupak je primjena obloga

Imerzijska hidroterapija od velike je važnosti u procesu rehabilitacije ortopedskih i neuroloških pacijenata ponajviše kroz termički i mehanički učinak na životinju uronjenu u bazen ili na pokretnoj traci u vodi.

Poznavanjem utjecaja uzgona, gustoće, hidrostatskog tlaka, viskosti, otpora te termičkih svojstava vode važno je pri odabiru pravog hidroterapijskog postupka individualno za svakog pacijenta. Učinci koji se postižu primjenom hidroterapijskih postupaka prvenstveno ovise o načinu njihove primjene. Svaki od njih zasnovan je na određenim fizikalnim i kemijskim svojstvima vode koja su osnova podražaja, koji potom izaziva reakciju u tijelu pacijenta. Bitno je napomenuti da ti postupci mogu biti od velike koristi za opće stanje životinje i uvelike doprinijeti njezinom oporavku, ali isto tako da njihova neadekvatna primjena može činiti upravo suprotno. Reakcija koju će proizvesti hidroterapijski postupci ovisi o nizu faktora – patološkom procesu, stanju organizma, pasmini, dobi i uvjetima života, te ih je važno sve uzeti u obzir pri popisivanju i provedbi terapije.

## 6. LITERATURA

Babić-Naglić, Đ., (2013). *Fizikalna i rehabilitacijska medicina*. Zagreb: Medicinska naklada, 135-141.

Bockstahler, B., Levine, D., Millis, D. (2004). *Essential Facts of Physiotherapy Assessment, Treatment and Rehabilitation of Animals*. Oxford: Blacwell Publishing.

Edge-Hughes, L. (2007): Hip and sacroiliac disease: Selected disorders and their management with physical therapy. *Clin. Tech. Small. Anim. Pract.* 22, 183-194.

Edlich, F.R., Tower, M.A., Goitz, R.J, i sur. (1987). Bioengineering principles of hydrotherapy. *J. Burn Care Rehab.* 8(6), 580-584.

Grazio, S., Doko, I. (2013). Balneoterapija/hidroterapija u bolesnika s reumatoidnim artritismom, ankilozantnim spondilitisom i psorijatičnim artritismom – deskriptivni pregled. *Fizikalna i rehabilitacijska medicina*, 25(3-4), 84-96.

Hughes, M. B. A., J. Sammons, P. Eldridge (2007). *CPO Focus on Earth Science*. Delta Education LLC, New Hampshire, 93-111.

Kadojić, M. (2013). Hidroterapija u bolesnika s križoboljom. *Fiz.rehabil.med.* 25 (3-4), 138-140.

Kelly, B.T., Roskin, L.A., Kirkendall, D.T. i sur. (2000). Shoulder muscle activation during aquatic and dry-land exercise in non-impaired subjects. *J.Orthop. Sports Phys. Ther.* 30(4), 204-210.

Konilan, C. (1999). Aquatic therapy: Making wave in the treatment of low back injuries. *Orthop. Nurs.* 18(1), 11-20.

Kreszinger, L., Vrbanac, Z., Marukić Čalić, A. (2008). Hidroterapija. *Moj pas. Glasilo hrvatskog Kinološkog saveza*, 04/05.

Levine, D., Tragauer, V., Millis, D. L. (2002). Percentage of normal weight bearing during partial immersion at various depths in dogs. *Proceedings*, 189-190.

Mekjavić, I. (1996). *Fizikalna kemija 1. Osnovni pojmovi, primjeri i zadatci*. Zagreb: Školska knjiga, 20-21.

Monk, M. (2007). Hydrotherapy. *Animal physiotherapy: assessment, treatment and rehabilitation of animals*, 187-198.

Olmsted, W. G. (1994). Chemistry. *The molecular science*. Mosby-Yera Book, Inc., St. Louis, Baltimore, Boston, Chicago, London, Madrid, Philadelphia, Sydney, Toronto, 199-205.

Silberg, M. S. (2000). *Chemistry. The molecular nature of matter and change*. The McGraw-Hill Companies, Inc., Boston, New York, San Francisco, St. Louis, Bankok, Lisabon, London, Madrid, Mexico City, Singapore, Sydney, Toronto, 22-23.

Steiss, J.E. (2003). Canine Rehabilitation. *Clinical Neurology in Small Animals - Localization, Diagnosis and Treatment*. IVIS: New York.

Šehić, M. (1997). Fizikalna medicina u terapiji i dijagnostici domaćih životinja. Zagreb: Veterinarski fakultet.

Šehić, M. (2014). *Fizikalna terapija i rehabilitacija pasa*. Zagreb: Veterinarski fakultet.

<https://www.lichfieldhydrocentre.co.uk/about>. Preuzeto dana 26.03.2017.

[http://physics.bu.edu/~duffy/ns542\\_spring2011\\_notes02/NS542\\_online1.pdf](http://physics.bu.edu/~duffy/ns542_spring2011_notes02/NS542_online1.pdf). Preuzeto dana 26.03.2017.

<http://physics.mef.hr/Predavanja/sempovtek02/main1.html>. Preuzeto dana 26.03.2017.

## 7. SAŽETAK

Hidroterapija spada u najstarije oblike liječenja. Ovaj oblik fizikalne terapije preuzet je iz humane medicine i modificiran za izvedbu u veterinarskoj medicini.

Hidroterapija je metoda fizikalne terapije koja se bavi upotrebom vode u bilo kojem fizikalnom stanju u svrhu liječenja. Obuhvaća vanjsku i unutarnju upotrebu vode te može biti opća i lokalna.

Imerzijska hidroterapija je postupak koji se temelji na fizikalno-kemijskom djelovanju vode na uronjeno tijelo. Fizikalno djelovanje uključuje: gustoću, hidrostatski tlak, uzgon, viskoznost, otpor i temperaturu. Kemijsko djelovanje se temelji na utjecaju otopljenih tvari odnosno iona na organizam. Djelovanjem uzgona koji smanjuje opterećenje lokomotornog sustava i hidrostatskog tlaka koji smanjuje bol djelovanjem na aferentne živce kože, motivacija pacijenata za vježbanjem je puno veća. Zbog fizikalnih svojstava vode hidroterapija ima vrlo široku primjenu.

Najčešće indikacije za primjenu hidroterapije su ozljede mekih tkiva, upalne i degenerativne reumatske bolesti, kontrakture zglobova, mišićni spazmi, postoperativni zahvati, loše kondicijsko stanje, pretilost i dr. Hidroterapijski postupci mogu uvelike poboljšati kvalitetu života pacijenata, ali samo ako su provedeni na pravilan način.

## **8. SUMMARY**

Hydrotherapy is one of the oldest forms of treatment. This form of physical therapy is taken from human medicine and modified for performance in veterinary medicine.

Hydrotherapy is a branch of physical therapy that deals with the use of water in any physical condition to treat. It includes internal and external use of water and can be general or local.

Immersion hydrotherapy is a procedure that is based on physico-chemical effects of water on the submerged body. Physical activity includes: gravity, hydrostatic pressure, buoyancy, viscosity, resistance and temperature. Chemical action is based on the influence of dissolved substances and ions on the body. By action of buoyancy, which reduces the load on the musculoskeletal system and hydrostatic pressure, which reduces pain by acting on the afferent nerves of the skin, the motivation of patients to exercise is much higher. Due to the physical properties of water hydrotherapy has a very wide application.

The most common indications for the use of hydrotherapy are soft tissue injury, inflammatory and degenerative rheumatic diseases, joint contractures, muscle spasms, post-operative procedures, poor fitness condition, obesity and others. Hydrotherapy procedures can greatly improve the quality of life of patients or if they are implemented correctly.

## **9. ŽIVOTOPIS**

Rođen sam 7. svibnja 1991. godine u Požegi. Djetinjstvo sam proveo u Orahovici, gdje sam stekao osnovnoškolsko obrazovanje te sam 2010. godine maturirao u gimnaziji „Stjepan Ivšić“. Iste godine upisujem Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom studija me najviše interesiraju laboratorijska dijagnostika i tehnologija hrane, stoga odabirem smjer javnog zdravstva koji upisujem 2015. godine. U slobodno vrijeme bavim se košarkom i sportskim ribolovom.