

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Chov pijavic (Hirudinea) pro účely hirudoterapie a jejich  
využití v humánní a veterinární medicíně**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Andrea Rosenkrancová**

**Studijní program: Chov zájmových zvířat**

**Vedoucí práce: Ing. Štěpán Kubík, Ph.D.**

**© 2024 ČZU v Praze**

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Chov pijavic (Hirudinea) pro účely hirudoterapie a jejich využití v humánní a veterinární medicíně" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 23. dubna 2024

---

## **Poděkování**

Velice ráda bych touto cestou poděkovala především Ing. Štěpánu Kubíkovi, Ph.D. za poskytování cenných rad, projevenou podporu během celého bakalářského studia, trpělivý a vstřícný přístup a pravidelné konzultace, které probíhaly vždy v přátelské atmosféře. Mé díky dále patří mé mamince, která mi zajistila klidné prostředí pro studium a byla mi oporou i v těch nejtěžších životních chvílích. V neposlední řadě bych ráda vyjádřila vděk mému partnerovi a všem svým přátelům, jmenovitě pak Bc. Barboře Šimšové, Jitce Jakubíkové, Bc. Elišce Štěrbové a Dominiquu Studničnému, díky nimž byla tato práce dotažena do konce.

# **Chov pijavic (Hirudinea) pro účely hirudoterapie a jejich využití v humánní a veterinární medicíně**

## **Souhrn**

Bakalářská práce "Chov pijavic (Hirudinea) pro účely hirudoterapie a jejich využití v humánní a veterinární medicíně" ve své první polovině seznamuje čtenáře s anatomii a morfologií lékařských pijavek a provádí ho historickým využitím hirudoterapie od dob vzniku prvních vyspělých mezopotámských civilizací až do 20. let 21. století. Druhá polovina práce se zaměřuje na chod průmyslových chovných zařízení produkujících pijavice pro terapeutické účely, shrnuje požadavky na jejich úspěšný chov a přepravu do samotných lékařských zařízení. Nechybí popis rozličných technik a způsobů aplikace pijavek, porovnání rozdílů v přípravě lidských a zvířecích pacientů před plánovaným ošetřením a závěrem jsou vyjmenovány vědeckými studiemi podložené indikace a kontraindikace v několika odvětvích humánní i veterinární medicíny.

**Klíčová slova:** Hirudoterapie, pijavice, pijavka lékařská, zdraví, alternativní medicína

# **Breeding of leeches (Hirudinea) for hirudotherapy and their use in human and veterinary medicine**

## **Summary**

The first half of the bachelor thesis "Breeding of leeches (Hirudinea) for hirudotherapy and their use in human and veterinary medicine" introduces the anatomy and morphology of medicinal leeches and guides the reader through the historical use of hirudotherapy from the dawn of the first advanced Mesopotamian civilizations up to the 20s of 21st century. The second half of this thesis focuses on the management of industrial breeding facilities producing leeches for therapeutic purposes, summarizes the requirements for their successful breeding and describes transportation to specific medical facilities. Various techniques and ways of applying leeches are mentioned together with a comparison of the differences in preparation of human and animal patients before the planned treatment and finally, indications and contraindications based on scientific studies in different branches of human and veterinary medicine are listed as well.

**Keywords:** Hirudotherapy, leech, medicinal leech, health, alternative medicine

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Taxonomické zařazení třídy pijavic (Hirudinea) .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>Obecná charakteristika pijavky lékařské (<i>Hirudo medicinalis</i>) .....</b>	<b>11</b>
3.2.1	Trávicí soustava.....	12
3.2.2	Nervová soustava	13
3.2.3	Smyslová soustava .....	14
<b>3.3</b>	<b>Hirudoterapie v minulosti.....</b>	<b>16</b>
3.3.1	Starověk.....	16
3.3.2	Středověk.....	17
3.3.3	Raný novověk.....	18
<b>3.4</b>	<b>Hirudoterapie v moderní době .....</b>	<b>19</b>
3.4.1	19. století .....	19
3.4.2	20. století .....	22
<b>3.5</b>	<b>Řízený chov a následné přechovávání pijavek lékařských pro účely hirudoterapie.....</b>	<b>23</b>
3.5.1	Průmyslová chovná zařízení.....	23
3.5.2	Požadavky na kvalitu vody .....	25
3.5.3	Rozmnožování a péče o potomstvo.....	26
3.5.4	Přeprava a přechovávání pijavek před aplikací .....	26
<b>3.6</b>	<b>Technika a způsoby aplikace pijavek lékařských.....</b>	<b>27</b>
3.6.1	Vedlejší nežádoucí účinky hirudoterapie .....	29
3.6.2	Likvidace lékařských pijavek po použití .....	29
<b>3.7</b>	<b>Příprava lidského pacienta na hirudoterapii a následná péče o ránu .....</b>	<b>30</b>
<b>3.8</b>	<b>Příprava zvířecího pacienta na hirudoterapii a následná péče o ránu .....</b>	<b>31</b>
<b>3.9</b>	<b>Indikace k použití pijavek lékařských .....</b>	<b>32</b>

3.9.1	Kardiovaskulární choroby .....	32
3.9.2	Rekonstruční plastická chirurgie a mikrochirurgie .....	33
3.9.3	Nádorová onemocnění.....	34
3.9.4	Onemocnění pohybového aparátu .....	35
3.9.5	Onemocnění šlach .....	36
3.9.6	Dermatologická onemocnění.....	36
3.9.7	Onemocnění očí a uší .....	37
3.9.8	Nemoci močového a pohlavního ústrojí.....	37
3.9.9	Onemocnění zubů a dásní .....	38
3.9.10	Diabetes mellitus .....	38
3.9.11	Antibakteriální účinky.....	38
3.9.12	Nezařazené indikace.....	38
<b>3.10</b>	<b>Kontraindikace k použití pijavek lékařských .....</b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>43</b>

# 1 Úvod

Hirudoterapie, v minulosti známá pod názvem pouštění žilou, či flebotomie, je léčebná metoda s dlouhou historií sahající až do vzniku prvních starověkých civilizací, která i přes několik pádů a vzestupů nadále úspěšně odolává pískům času. Celý princip spočívá v přikládání lékařských pijavek, nejčastěji pijavek rodu *Hirudo medicinalis* na předem stanovená místa, kde se tyto parazity během několika minut prokoušou kůží a začnou ze svého hostitele vysávat krev, zatímco mu do rány vypouští chemický koktejl 12 aktivně významných látek. Navzdory své nekonvenční povaze si léčba za pomoci pijavic získala uznání pro svou účinnost při zlepšování prokrvení tkání, potlačování zánětlivých procesů a napomáhání hojení ran především v oboru rekonstrukční plastické chirurgie a mikrochirurgie. Zatímco veterináři se k hirudoterapii uchylují téměř až jako k poslední možnosti záchrany, v humánní medicíně se její okruh použití s každým rokem rozšiřuje, nově na seznam indikací přibyly například gynekologické a urologické potíže či suchá gangréna. Tato práce si klade za cíl poskytnout ucelený přehled současných poznatků o hirudoterapii v humánní i veterinární medicíně, prozkoumat její mechanismy účinku a nastínit potenciální budoucí směr, jakým by se tato metoda mohla ubírat.



## **2 Cíl práce**

Cílem práce je obeznámení široké veřejnosti se způsoby průmyslového chovu pijavek rodu *Hirudo* a rozšíření povědomí o hirudoterapii a jejím nezastupitelném využití v humánní a veterinární medicíně s přihlédnutím k nejnovějším poznatkům.

### 3 Literární rešerše

#### 3.1 Taxonomické zařazení třídy pijavic (Hirudinea)

Pijavice (Hirudinea) jsou segmentovaní temporární (vzácně permanentní) sangvivorní parazité, či predatorní kroužkovci (Annelida) blízce příbuzní žížalicím (Lumbriculidae), s nimiž sdílí hermafroditismus, přímý vývoj a přítomnost specializovaného tělního článku zvaného opasek nebo také clitellum (Volf & Horák 2007). V současné době nelze s jasností stanovit přesný počet druhů pijavic z důvodu nedostatku studií a probíhajícím debatám o jejich taxonomickém rozřazení, avšak nejnovější prameny se shodují na čísla v rozmezí 650–700 druhů (Sket & Trontelj 2008; Abdulkader et al. 2013; Sivachandran et al. 2015) rozdělených do 3 řádů – řád chobotnatky (Rhynchobdellida), řád štětinovky (Acanthobdellida) a řád Arhynchobdellida dělený na podřád hltanovky (Erpobdelliformes) a podřád čelistnatky (Hirudiniformes) (Ax 2000).

Řád Acanthobdellida zahrnuje pouze dva žijící druhy – méně známou *Acanthobdella livanowi* (Epshtein, 1966) a štětinovku sibiřskou (*Acanthobdella peledina* Grube, 1850) dorůstající délky 3,5 cm a parazitující na sladkovodních lososovitých rybách. Hlavními odlišujícími znaky tohoto řádu je přítomnost párových štětín neboli chét na 1.–5. tělním článku a absence přední přísavky (Volf & Horák 2007; Mehlhorn 2016).

Pro řád Rhynchobdellida je charakteristické vysouvací bodavé hltanové ústrojí - rhynchus (Volf & Horák 2007), jímž se zanořují do těla svého hostitele, z něhož poté vytvořením podtlaku sají krev, nebo v případě bezobratlých živočichů coelomovou tekutinu. Do této skupiny patří významné rody parazitující na rybách jako například rod *Piscicola* de Blainville, 1818 schopný v důsledku přemnožení způsobit značné ekonomické ztráty v rybnících a teplých, sladkých, pomalu tekoucích vodách Evropy (Elliott & Kutschera 2011; Mehlhorn 2016).

Druhově nejpočetnější je řád Arhynchobdellida, do něhož spadají jak bezzubé, tak zuby vybavené druhy pijavic. Dravé hltanovky svou kořist, kterou představují vodní bezobratlí živočichové různých vývojových stádií aktivně vyhledávají pomocí 3, nebo 4 párů jednoduchých očí a následně vcelku konzumují skrze silný, spirálovitě stočený svalnatý hltan (Mehlhorn 2016). Podřád čelistnatky, jak již samotný název napovídá, zahrnuje veškeré

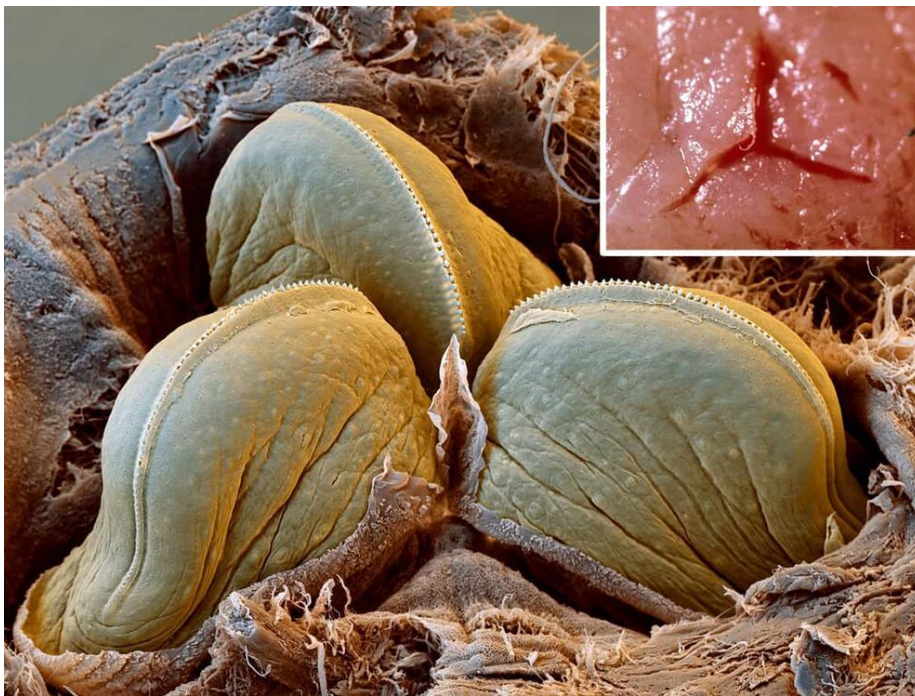
ozubené vodní i terestriální (čeleď Haemadipsidae) druhy pijavic parazitující jak na povrchu těla (například rod *Hirudo* Linnaeus, 1758 či rod *Hirudinaria* Whitman, 1886), tak v útrokách (například rod *Dinobdella* Moore, 1927 či rod *Limnatis* Moquin-Tandon, 1826) hostitele (Vlaams Instituut voor de Zee 2006). Výjimkou potvzující pravidlo je pijavka koňská (*Haemopsis sanguisuga*) (Linnaeus, 1758), sladkovodní predatorní druh s dvěma řadami tupých zubů živící se larvami hmyzu, jikrami, pulci, drobnými rybami a obojživelníky, jedinci vlastního druhu (Elliott & Kutschera 2011) a v některých případech i žížalami a suchozemskými plži (Muller 2001; Shikov 2011; Mehlhorn 2016).

### 3.2 Obecná charakteristika pijavky lékařské (*Hirudo medicinalis*)

Celosvětově nejznámějším a tím vůbec nejprobádanějším druhem je však typický představitel čelistnatek - pijavka lékařská (*Hirudo medicinalis*) poprvé pojmenována a popsána Carlem Linném v roce 1758 ve Švédsku (Elliott & Kutschera 2011). Oválné, dorzoventrálně sploštělé tělo dosahující délky až 15 cm je tvořeno 32, či 34 segmenty. Jejich počet se v odborné literatuře liší na základě toho, jak samotný autor definuje slovo segment a zda do něj započítává i první dva tělní články - prostomium a peristomium (Kuo & Lai 2019). Pijavice se od zbylých kroužkvců odlišuje heteronomní (nestejnocennou) segmentací, což znamená, že okem viditelné vnější článkování neodpovídá vnitřnímu uspořádání a na jeden pravý segment tak připadá 3–5 vnějších kožních záhybů. Zbarvení může být do jisté míry variabilní od odstínů hnědé až po tmavě olivově zelenou s cihlově oranžovou kresbou, avšak vždy platí, že břišní strana je výrazně světlejší než hřbetní (Michalsen et al. 2007). Na obou koncích těla se nachází svalnaté přísavky. Větší zadní přísavka svým tvarem nápadně připomínající zvon na čištění odpadu slouží pouze k přichycení se k podkladu, zatímco menší přední přísavka pomáhá při pídalkovitém pohybu vpřed a tvoří počátek trávicí soustavy (Kuo & Lai 2019). Dýchání probíhá skrze dermis a kapilární síť v kutikule, cévní soustava je uzavřená a vylučovací soustavu tvoří systém párových metanefridií (Michalsen et al. 2007; Volf & Horák 2007; Abdualkader et al. 2013). Ačkoli je pijavka lékařská vedena na Červeném seznamu IUCN jako téměř ohrožený druh (Utevsky et al. 2014), v mnoha evropských státech včetně České republiky patří stále k druhům kriticky ohroženým vlivem úbytku lokalit v důsledku degradace vhodných stanovišť, postupného nahrazování tradičních pastevních postupů a nedostatku adekvátních hostitelů (Strakošová & Schenková 2010; Utevsky et al. 2014).

### 3.2.1 Trávicí soustava

Specializovaná anatomie ústního otvoru ukrytého v přední svalnaté přísavce lékařských pijavic hraje důležitou roli nejen v příjmu potravy, ale i ve využití této skupiny živočichů v humánní a veterinární medicíně. Ústa vybavená pohyblivými tripartitními chitinovými čelistmi svírajícími mezi sebou úhel  $120^\circ$  jsou po celé délce opatřeny 60–100 drobnými zvápenatělými zuby, díky nimž je výrazně usnadněna penetrace kůží hostitele (viz. Obrázek 1) (Michalsen et al. 2007; Lemke & Vilcinskas 2020). Pomocí rytmických kontrakcí hltanových svalů se vytváří podtlak o síle přibližně 0,2 atm, čímž dochází k plynulému nasávání 5–15 ml krve z rány (Michalsen et al. 2007). Svalové kontrakce lze nejlépe pozorovat pouhým okem v konečné fázi krmení těsně před samovolným uvolněním pijavice.



Obrázek 1: Fotografie čelistí pijavky lékařské pořízené elektronovým mikroskopem – vybarveno (převzato z Eye of Science 2024)

V mezizubních prostorech se nachází vývody žlázových buněk produkující sliny obsahující mimo dobře známého antikoagulačního peptidu hirudinu, také saratin (inhibitor vazby trombocytů na kolagen) a hirustatin (inhibitor kalikreinu, trypsinu, chymotrypsinu a katepsinu G) (David et al. 2004; Michalsen et al. 2007), enzym destabilázu (hydrolizuje vazby epsilon-(gamma-glutamyl)-lysinu), apyrázu (inhibitor agregace trombocytů) a kolagenázu (štěpí kolagen) (Baskova & Nikonov 1985; Lemke & Vilcinskas 2020), antiinflamatorní bdeliny a egliny (inhibitory neutrofilní elastázy a katepsinu G) (Seemüller et

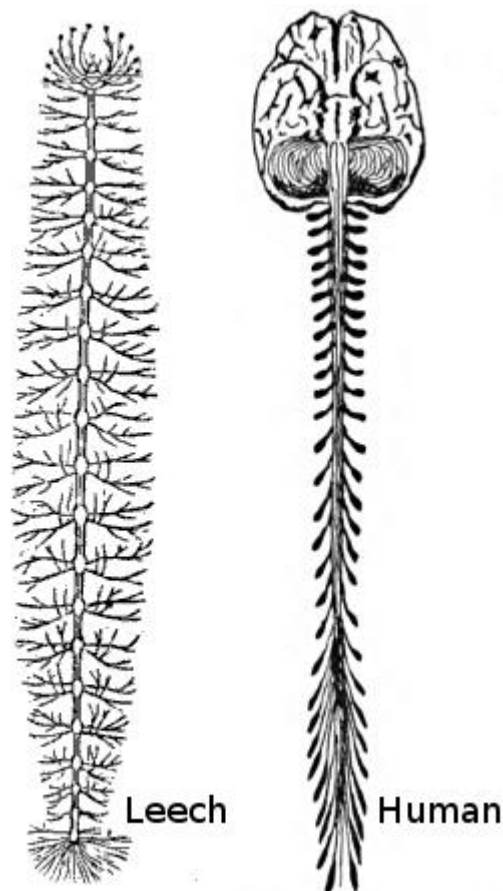
al. 1980; Michalsen et al. 2007), enzym hyaluronidázu I (antibiotické účinky) (Hovingh & Linker 1999), pro pijavice specifický inhibitor tryptázy (LDTI) (Marco & Priestle 1997), yagin (inhibitor Xa faktoru) a inhibitory komplementu a karboxypeptidázy B (Michalsen et al. 2007; Lemke & Vilcinskas 2020).

Na hltan dále navazuje jícen tvořený kruhovými, podélnými a příčnými svaly, což z něj činí co do počtu typů svalů vůbec nejkomplexnější orgán v těle pijavic. Nejprostornější úsek trávicí soustavy složený z 10 párů slepých výběžků zabírající až ½ celkové délky je nejčastěji nazýván voletem, ačkoli v některých pramenech lze narazit i na označení žaludek či střední střevo (Sawyer 1986; Volf & Horák 2007; Michalsen et al. 2007; Lemke & Vilcinskas 2020). Objemné vole slouží pouze k dlouhodobému ukladnění vysoce viskózní krve zbavené přebytečné vody a solí, jež je posléze trávena v poměrně krátkém střevě ústící dorzálně před zadní přísavkou. Deficit trávicích enzymů (s výjimkou exopeptidáz) a vitamínů skupiny B je u pijavky lékařské kompenzován enzymy produkovanými endosymbiotickou mikroflórou, respektive bakteriemi druhu *Aeromonas veronii biovar sobria* Hickman-Brenner et al., 1987, *Aeromonas hydrophila* (Chester, 1901) a blíže nespecifikovanými bakteriemi zdánlivě připomínající rod *Rikinella* (Sawyer 1986; Volf & Horák 2007; Michalsen et al. 2007; Maltz et al. 2014; Lemke & Vilcinskas 2020). Předpokládá se, že právě zásluhou *Aeromonas veronii* nedochází během pozvolného trávení k přemnožení patogenních druhů bakterií žijících na povrchu těla hostitele, které byly polknuty během sání krve (Maltz et al. 2014; Lemke & Vilcinskas 2020).

### 3.2.2 Nervová soustava

Pijavka lékařská patří už od roku 1964 mezi eminentní modelové organismy v oblasti neurobiologie díky své schopnosti přirozeně zregenerovat poškozené axony a zcela obnovit jejich ztracenou funkci (Mladinic et al. 2009). Silně strukturovaný nervový systém tvořený z nadjícnového (hlavového) ganglia, párových jícnových spojek, podjícnového ganglia a ventrálního řetězce párových ganglií spojených konektivami a komisurami se větví podél celého těla (viz. Obrázek 2) společně s krevním řečištěm, od něhož je oddělen viscerálním endotelem (Wilkinson & Coggeshall 1976; Volf & Horák 2007; Le Marrec-Croq et al. 2013). První 4 ganglia formují „mozek“, navazujících 21 ganglií vytváří nervový provazec, zatímco posledních 7 srostlých kaudálních ganglií inervuje zadní přísavku (Le Marrec-Croq et al. 2013; Wagenaar 2015). Uniformita a relativně nízký počet neuronů (400 neuronů v 1 gangliu

s výjimkou 4., 5. a 6. pohlavního ganglia disponujícího vyšším počtem nervových buněk) (Macagno 1980; Mladinic et al. 2009; Wagenaar 2015) s velkým tělem (15–70  $\mu\text{m}$  v průměru) (Wagenaar 2015) usnadňuje jejich přístupnost, zmapování a následnou identifikaci, což pomáhá vědcům porozumět buněčným a molekulárním procesům, jenž podporují regeneraci nervové soustavy. Rozklíčování této pozoruhodné schopnosti a její následná aplikace na vyšší živočišné organismy by v budoucnu mohla přinést inovativní řešení v rámci účinných terapií pro pacienty s poraněním míchy (Mladinic et al. 2009; Le Marrec-Croq et al. 2013; Wagenaar 2015).



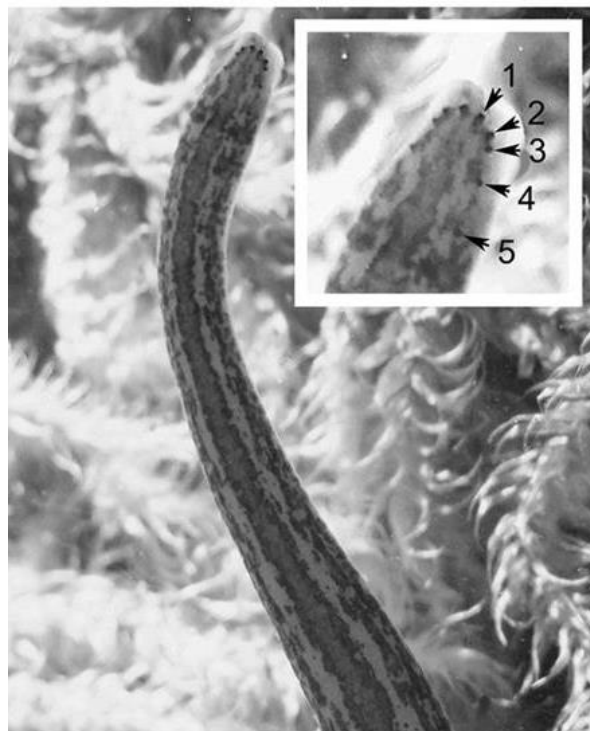
Obrázek 2: Vizuální porovnání nervové soustavy pijavice s člověkem (převzato z USD Biology 2024)

### 3.2.3 Smyslová soustava

S vysoce vyvinutým nervovým systémem jde ruku v ruce i zvýšená citlivost organismu na určité podněty. Neopatrná manipulace, narušení životního prostředí jako například náhlá změna světelných podmínek nebo vystavení škodlivým chemikáliím může mít neblahý vliv na vitalitu pijavice (Michalsen et al. 2007). Znalost a správná interpretace

jejich vnímání světa je proto jedním z klíčových faktorů potřebných pro úspěšné provádění hirudoterapie.

K detekci úhlu dopadu a intenzity světla a registraci stínů slouží pijavkám 10 jednoduchých pohárkovitých oček (ocelli) zapuštěných ve 2 řadách do pokožky v oblasti hlavy (viz. Obrázek 3) a 14 receptorů se světločivnými buňkami umístěných jak na dorzální, tak ventrální straně tělních segmentů (Kretz et al. 1976; Michalsen et al. 2007). Dlouho se předpokládalo, že pijavka lékařská rozpoznává pouze viditelné světlo odpovídající vlnovým délkám v rozmezí od 430 nm (hranice fialové a modré barvy) do 660 nm (červená barva), kdy nejcitlivěji zaznamenává vlnové délky okolo 540 nm (zelená barva) s tím, že sensitivita k ultrafialovému (UV) a infračervenému (IR) záření byla prakticky vyloučena (Kretz et al. 1976; Wagenaar 2015). Dvě nejnovější studie amerického profesora Johna Jelliese (2014a; 2014b) však tuto hypotézu vyvrací a dokládají, že pijavky po ozáření UV světlem (372 nm) vykazují ve 100 % případů výraznou negativní fototaxi.



Obrázek 3: Jednoduchá pohárkovitá očka pijavek lékařských (převzato z Jellies 2014a)

Povrch těla pijavic je pokryt řadou volných nervových zakončení (mechanoreceptorů a polymodálních nocireceptorů) reagujících na bolest a chemické a mechanické podráždění, jakým je například dotyk, tlak či vibrace (Burrell 2017). Vzhledem k jejich hojnému počtu

může nastat situace, kdy jsou při dotyku dvou a více kožních záhybů vysílány falešné signály, na které pijavka reaguje úlekem či útekem. Z tohoto důvodu je nutné vyvarovat se hrubému zacházení během manipulace a snažit se zamezit pijavicím dostat se do pro ně nepřírodných poloh (Michalsen et al. 2007).

V okolí ústního otvoru se nachází termoreceptory a 2 typy specializovaných chemoreceptorů, pomocí nichž pijavka lékařská vyhledává svou potenciální oběť (Michalsen et al. 2007). Studie z roku 1986 dokládá, že chirurgická ablace této oblasti vede k úplné ztrátě schopnosti orientovat se v prostoru pomocí krve, kdy takto indisponovaní jedinci navíc nedokázali počas experimentu přijímat potravu (Elliott 1986). Zajímavý objev se podařilo učinit profesoru Michalsenovi, který zkoumal reakce pijavic na cigaretový kouř. Výsledek jednoznačně prokázal, že kouř z cigaret vyvolává stresové reakce nezávisle na tom, zda byla kouři vystavena pouze přední přísavka, či zbytek těla (Michalsen et al. 2007).

### **3.3 Hirudoterapie v minulosti**

#### **3.3.1 Starověk**

Hirudoterapie je považována za jednu z nejstarších zdokumentovaných léčebných metod, která provází lidstvo již od vzniku prvních vyspělých mezopotámských civilizací. Počátky vzájemné spolupráce lékařských pijavek se starověkými chirurgy se datují do doby před více než 3500 lety, kdy ve starověkém Egyptě jejich siluety, často milně zaměňovány za kobry, zdobily hrobky faraonů 18. dynastie. Další nezpochybnitelné zmínky o využívání pijavic při léčbě neduhů lze nalézt v lékařských sanskrtských spisech *Sushruta Samhita*, v nichž dokonce podle hinduistických pověstí Dhanvantari, bůh indického systému alternativní medicíny nazývaného Ayurveda, držel v jedné ze svých čtyř dlaní právě pijavici (jalauka) (Whitaker et al. 2004; Michalsen et al. 2007; Munshi et al. 2008; Abdulkader et al. 2013; Okka 2013; History of Leech Therapy 2023).

Dochované písemné záznamy však za jako prvního praktika hirudoterapie považují Nicandera z Colophainu (200–130 př. n. l.). Ten ve své lékařské básni *Alexipharmaca* nabádá k použití lékařských pijavek v případě uškntnutí jedovatým živočichem. Na toto učení zanedlouho navázal zakladatel Metodické školy medicíny Themisón z Laodikeie (123–43 př. n. l.), jenž na počátku křesťanské éry prosadil využívání pijavic v rámci techniky pouštění



žilou, která se později rozšířila do celého světa. Mezi další významné antické, potažmo byzantské lékaře praktikující hirudoterapii patřil Plinius Starší (23–79 n. l.), Aretaeus z Kappadokie, Demosthenes Philalethes, Archigenes, Menemachus z Afrodisias, Oribasius (osobní lékař římského císaře Flaviuse Claudiuse Julianuse), Antyllus, Caelius Aurelianus, Aetius z Amidy, Alexandros z Tralleis, Pavel z Aeginy a v neposlední řadě Galén, který vůbec poprvé ve svých spisech *De hirundinibus, cucurbitula, incisione et scarificatione* vyzývá ke správnému uchovávání pijavek ve specializovaných nádobách a zmiňuje nutnost primitivní dezinfekce před a po jejich aplikaci (Whitaker et al. 2004; Michalsen et al. 2007; Munshi et al. 2008; Papavramidou & Christopoulou-Aletra 2009).

### 3.3.2 Středověk

Galénovo učení vycházející z Hippokratovy teorie rovnováhy čtyř základních tělesných šťáv, jimiž byla krev (*sanguis*), sliz (*flegma*), žlutá žluč (*chole*) a černá žluč (*melos*), se ve středověku a raném novověku těšilo stále větší oblibě, což vedlo k radikálnímu ovlivnění západní lékařské vědy až do poloviny 19. století. Pouštění žilou, někdy též označováno jako flebotomie či venepunkce, bylo prováděno za účelem udržení rovnováhy všech čtyř základních komponentů, jelikož pouze tak mohlo být dosaženo tělesné a duševní pohody (Elliott & Kutschera 2011; Abdualkader et al. 2013; West 2014). Sám Hippokrates ve svých spisech tuto myšlenku rozvíjí následovně:

„Lidské tělo sestává z krve, hlenu, žluté žluči, a černé žluči. To jsou věci tvořící jeho konstituci a způsobující jeho bolesti a zdraví. Zdraví je prvotně stav, v němž jsou tyto základní složky vůči sobě ve správném poměru, jak v síle, tak množství, a jsou dokonale promíchány. Bolest vzejde při nadbytku, či nedostatku jedné z látek, nebo při jejím odloučení a nepromíchání s ostatními.“ (Hippocrates, Lloyd 1984).

Hirudoterapie se postupem času rozšířila i na střední východ, kde se začala objevovat v židovských textech, Bibli a Talmudu nevyjímaje (Rosner 1999). Perský lékař a filosof Ibn Síná, na Západě známý jako Avicenna (980–1037) publikoval knihu Kanón medicíny, v níž líčí schopnost pijavic sát krev z hluboko uložených žil, na které nebylo možné dosáhnout pomocí krvavého baňkování zvaného *hijama*. Toto dílo se zanedlouho stalo základní učebnicí medicíny muslimských a křesťanských žáků a bylo považováno za vrchol lékařského vědění 11. století (Whitaker et al. 2004; Munshi et al. 2008; Singh 2010; Abdualkader et al. 2013;

Okka 2013). Abd al-Latif al-Baghdadi ve svých textech propagoval využívání pijavek k podpoře čištění ran po chirurgických operacích a Ibn Maseehi (1233–1286) v knize *Umda Fi Jarahat* návazal na Avicenu a obohatil jeho rozdělení pijavic na lékařské a nelékařské (jedovaté) dle jejich tvaru a zbarvení (Singh 2010; Abdualkader et al. 2013).

Ačkoli v císařské Číně si léčení za pomoci pijavek nezískalo ani zdaleka takové množství přívrženců jako na západě, několik zmínek o jejich využití lze nalézt v knize Shennong Bencaojing, kdy se spařené pijavice pomalu sušené na slunci používaly v kombinaci s dalšími ingrediencemi k léčbě mrtvice, ischemické choroby srdeční a traumatických poranění (Chen-Jing et al. 2021). Naproti tomu italsí lékaři ze školy v Salernu hojně doporučovali aplikaci pijavek k odstranění nadbytku tělesných tekutin (Michalsen et al. 2007).

### 3.3.3 Raný novověk

Prostřednictvím překladů Constantinese Africanuse se řecké a arabské středověké praktiky rozšířily do zbytku Evropy, kde však hirudoterapie postavena na konceptech Galéna učení musela konkurovat novým lékařským hnutím, jejíž názory byly v rozporu s tradičním pouštěním žilou. Přestože Andreas Vesalius, vlastním jménem Andries van Wesel (1514–1564) započal svou kariéru profesora jako zastávce galenismu, s narůstajícím počtem provedených pitev rostla i jeho skeptičnost ke správnosti antických anatomických popisů. Po uvědomění si, že Galénos pouze mechanicky přenášel poznatky získané z pitev mrtvých zvířat, nejčastěji z těl skotu a makaků magotů (*Macaca sylvanus*) (Linnaeus, 1758), na anatomii lidí, vydal Vesalius sedmisvazkové dílo *De Humani Corporis Fabrica Libri Septem* (O stavbě lidského těla knihy sedmery), jež od základů překopalo pohled na jednotlivé tělesné struktury včetně oběhové soustavy. Tohoto zpochybnění do té doby až nábožensky uctívané Galénovy fyziologie využili vyznavači iatrochemie razantně odmítající veškeré formy flebotomie. Ti se totiž domnívali, že sebemenší ztráta krve může značně zkrátit délku života. Odlišný postoj zaujímal stoupenci iatrofyziky, kteří po objasnění krevního oběhu v lidském těle Williamem Harveym (1578–1657) pokládali léčbu pomocí lékařských pijavek za nepostradatelnou. Židovský lékař Zacutus Lusitanus (1575–1642), vystupující pod pseudonymem Abraham Zacuth, patřil v 17. století mezi nejvýznamnější propagátory

hirudoterapie a v průběhu svého života výrazně rozšířil její okruh indikací (Chumchalová 2006; Michalsen et al. 2007; UC Museum of Paleontology Understanding Evolution 2023).

Relativní bezbolestivost oproti konvenčním metodám, jednoduchá aplikace a široké uplatnění však i nadále nahrávalo pijavicím do karet. Po staletí byly specificky předepisovány na hořčnaté stavy a bolesti hlavy, dentální obtíže, otoky, křečové žíly, revmatoidní artritidu, ischialgii, dnu, obezitu, hemoroidy, melancholii, astma, epilepsii, edémy mozku, nespecifické křeče, poruchy vylučovací a reprodukční soustavy (nefritidu, vaginitidu, subakutní ovaritidu a pohlavně přenosné choroby), zánětlivá onemocnění (akutní gastritidu, pleuritidu a laryngitidu) či onemocnění očí (Michalsen et al. 2007; Munshi et al. 2008; Kelly 2009; Abdualkader et al. 2013; Lemke & Vilcinskas 2020). Vedle graduovaných lékařů, kteří se nejčastěji zdržovali ve velkých městech a na šlechtických dvorech působily v oblasti lékařství i osoby bez univerzitního vzdělání jako byli chirurgové, ranhojiči, bradýři, lazebníci, bylinkáři a apatykáři. Provádění flebotomie se díky své zručnosti a zkušenostem s břitvou ujali právě chirurgové a bradýři, což dalo vzniknout dvou- či třibarevné dekorativní tyči zdobící vchod holičství přezdívané barber pole, se kterou se lze ojediněle setkat i dnes (Elliott & Kutschera 2011; BarberCo © 2023). Způsob aplikace pijavek se odvíjel od přesvědčení jednotlivých praktiků. Někteří věřili, že místo přiložení by mělo být co nejbližší zdroji problému za účelem zefektivnění výměny nemocné krve za zdravou, zatímco jiní zastávali zcela opačný názor a volili místa protilehlá. Jedno však měly oba tábory společné, během celé procedury docházelo vždy k pečlivému měření odebrané krve, od čehož se odvíjela i délka pouštění žilou a počet použitých pijavic v rámci jednoho sezení (Kelly 2009).

### **3.4 Hirudoterapie v moderní době**

#### **3.4.1 19. století**

V první polovině 19. století dosáhla hirudoterapie svého největšího vrcholu slávy. Přestože po smrti 1. prezidenta Spojených států amerických George Washingtona (1732–1799) vyvstaly jisté pochybnosti o její bezpečnosti, popularita flebotomie i nadále rostla, prostřednictvím novinových článků docházelo k rozšiřování povědomí o této léčebné metodě i za hranice a obchodování s lékařskými pijavkami se brzy stalo lukrativním byznysem. Apotéky přechovávaly skupiny pijavic ve specializovaných zavíčkovaných keramických nádobách (viz. Obrázek 4), které byly následně ve velkém aplikovány pacientům bez rozdílu

věku jak terapeuticky, tak profylakticky. Někteří francouzští lékaři byli přímo vyhlášeni předepisováním flebotomie ještě dříve, než daného člověka vůbec osobně vyšetřili (Michalsen et al. 2007; Munshi et al. 2008; Kelly 2009; Greenstone 2010; Abdualkader et al. 2013; Arabaci 2023). Za předního novověkého propagátora pouštění žilou byl považován otec americké psychiatrie Benjamin Rush (1746–1813), jehož častokrát až smrtící postupy byly i na svou dobu značně kontroverzní, dále francouzský lékař François-Joseph-Victor Broussais (1772–1838), který vášnivě obhajoval využívání pijavic z důvodu jejich šetrnosti ke tkáním, skotský chirurg John Brown (1810–1882) ve svých spisech zmiňuje jejich použití k ulevení vlastních bolestí v krku a kanadský lékař Sir William Osler (1849–1919) vyzdvihoval flebotomii v knize *The Principles and Practice of Medicine* (Kelly 2009; Greenstone 2010; Martucci 2020; *History of Leech Therapy* 2023).



Obrázek 4: Nádoba na pijavice z poloviny 19. století (převzato z *Tennants Auctioneers* 2023)

Spotřeba pijavek napříč světem kontinuálně rostla a místní trhy zanedlouho přestaly zvládat vykrývat jejich zvýšenou poptávku, což vedlo k importu statisíců až několika desítek miliónů pijavic ročně převážně ze zemí Osmanské říše, Ruska a Maďarska, později se na seznam přidal Pyrenejský poloostrov, Asie, Austrálie či některé země Afriky. K největším odběratelům patřila bezpochyby Francie, s dovozem pohybující se v rozmezí 15–57 000 000 pijavek ročně, dále poté Německo, Anglie a Spojené státy americké, kde společnost opovrhovala původními druhy pijavic v domnění, že pouze evropská *Hirudo*

*medicinalis* jim může pomoci od neuhů (Michalsen et al. 2007; Greenstone 2010; Elliott & Kutschera 2011; Martucci 2020; Arabaci 2023). Lyrická báseň *Resolution and Independence* od Williama Wordswortha publikovaná v roce 1807 popisuje setkání s jedním z nejspíše posledních lokálních venkovských sběračů pijavek v Anglii (Martucci 2020; Wordsworth © 2023). Devastace přírodních stanovišť farmařením a intenzivní sběr zapříčily drastické snížení divokých populací *Hirudo medicinalis* až do fáze úplného vyhubení v některých lokalitách na území Irsko, Anglie, Walesu či například Nizozemska, v důsledku čehož se evropské a americké úřady rozhodly finančně podpořit snahy o umělý chov lékařských pijavek. I přes nemalé dotace čítající v přepočtu dnešních téměř 400 000 Kč se však nedařilo pokrýt potřebu trhu a čím dál častěji docházelo k opakovanému použití pijavic namísto jejich vypouštění zpět do přírodních vod, což s sebou neslo jistá zdravotní rizika. Metody vedoucí k šetření materiálu zahrnovaly například solení, nakládání do popelu či přelévání pijavek octem za účelem vyzvrácení pozřené krve, aby bylo umožněno jejich znovu použití dříve než za 6 měsíců, či například nařezávání ventrální strany pijavic s vidinou zvětšení objemu trávicí soustavy. Francouzský lékař Jean-Baptiste Sarlandière (1787–1838) v roce 1817 poprvé veřejnosti představil zařízení zvané „umělá pijavice“, které napodobovalo mechanismus, jakým pijavky působí na krevní řečiště svého hostitele. Na tento prototyp o pár desítek let později navázal Charles Louis Stanislas Heurteloup (1793–1864), jehož zjednodušená verze přístroje (viz. Obrázek 5) se stala díky své praktičnosti, skladnosti a snadné přepravě žádanou alternativou k živým pijavicím (Michalsen et al. 2007; Munshi et al. 2008; Kelly 2009; Elliott & Kutschera 2011; Abdualkader et al. 2013; Martucci 2020; Arabaci 2023; Maron 2024).



Obrázek 5: Heurteloupova umělá pijavice a skarifikátor (převzato z Flints 2022)

Nic ovšem netrvá věčně a i všemi opěvované pouštění žilou začalo po roce 1830 upadat v zapomnění. Rozšiřující se pandemie cholery, omezení exportu pijavic mezi lety 1835-1847, navýšení prodejní ceny společně s daní za jejich sběr, vzestup nových léčebných metod a uveřejnění konceptu buněčných patologických dějů Rudolfem Ludwigem Karlem Virchowem (1821–1902) zapříčinilo postupný pád flebotomie během viktoriánské éry (Michalsen et al. 2007; Martucci 2020; Arabaci 2023).

### 3.4.2 20. století

Historicky významným, avšak ve své době nepříliš doceněným milníkem se stal objev britského lékaře Johna Berryho Haycrafta (1857–1922), jemuž se podařilo prokázat přítomnost antikoagulačního peptidu v ústní dutině pijavek, který na přelomu roku 1903–1904 pojmenoval slovem hirudin německý lékárník Jacoby. Toto zjištění vrhlo na hirudoterapii nové světlo, jelikož její léčebné účinky mohly být nyní definovány jako chemický proces a nikoli jako pouhá snaha o udržení rovnováhy mezi čtyřmi tělesnými komponenty, což bylo principiálně více v souladu s konvenčními koncepcemi moderní vědy a medicíny. Bohužel zpráva o nově identifikované sloučenině se napříč vědeckou komunitou šířila příliš pomalu a první klinické otestování hirudinu tak bylo provedeno až téměř 25 letech po jeho objevení. Neadekvátně vysoké náklady na extrakci hirudinu, počátek 1. světové války a následný kolaps obchodu s pijavicemi tak podruhé v Evropě odsunuly pouštění žilou na vedlejší kolej (Michalsen et al. 2007; Abdualkader et al. 2013; Liu et al. 2024).

Flebotomie byla znovu oživena ve 20. letech 20. století, kdy Bernhard Aschner (1883–1960), člen skupiny naturopatických lékařů rozšířil její seznam indikací a označil léčbu pijavkami za všelék. Francouzský chirurg Pierre Termier (1859–1930) doporučoval hirudinizaci krve<sup>1</sup> jako prevenci proti stále častějším pooperačním emboliím a trombózám. Po roce 1950 se podařilo německému vědci Fritzovi Marquardtovi (1928–2014) izolovat hirudin z hltanové žlázy pijavic, což vzbudilo zájem evropských nemocnic a hirudoterapie tak byla znovu aplikována na všechny zánětlivé procesy a revmatická onemocnění, spastické stavy, pasivní kongesci, trombózy, embolie, toxikózy, transudáty a exsudáty, epilepsii, některé duševní choroby

---

<sup>1</sup> Doslovný překlad Termierova označení této lékařské metody.

a v případě lokálních obtíží, kdy nebylo vhodné využít invaznější venesekeci. Poslední odklod od pouštění žilou nastal během 2. světové války, kdy se preferovanými antikoagulanty stal heparin a fenprokumon. S příchodem 70. let však pijavky zaznamenaly opětovný celosvětový vzestup díky novému uplatnění ve všeobecné medicíně a plastické a rekonstrukční chirurgii. V roce 1981 nechal americký biolog Roy T. Sawyer postavit historicky první farmu na produkci lékařských pijavek ve Walesu a založil nadaci pro rozvoj a výzkum jejich chovu, což jistým způsobem napomohlo k publikaci nových vědeckých článků a odborných studií rozšiřujících poznatky o této skupině bezobratlých. O 4 roky později se o hirudoterapii začalo ještě více debatovat po té, co se do novin dostal zvláště přesvědčivý případ ze Spojených států amerických, kdy se podařilo plastickému chirurgovi Josephu Uptonovi zachránit pětiletému chlapci úrazem amputované ucho, o které by bez použití pijavic zcela jistě přišel. Zajímavostí bylo, že se jednalo teprve o druhé úspěšné opětovné připojení ucha, které bylo do té doby provedeno (Michalsen et al. 2007; Kelly 2009; Abdualkader et al. 2013; Gileva et al. 2013; Martucci 2020).

### **3.5 Řízený chov a následné přechovávání pijavek lékařských pro účely hirudoterapie**

#### **3.5.1 Průmyslová chovná zařízení**

Pro účely hirudoterapie lze použít následující druhy pijavek: pijavka lékařská (*Hirudo medicinalis*), *Hirudo verbana* Carena, 1820, *Macrobdella decora* (Say, 1824), *Haementeria officinalis* de Filippi, 1849, *Hirudinaria manillensis* (Lesson, 1842), *Hirudo troctina* Johnson, 1816, *Hirudo quinquestriata*, *Hirudo nipponia* Whitman, 1886, *Limnatis granulosa* (Savigny, 1822), *Hirudo asiatica*, *Hirudo michaelseni*, *Hirudo orientalis* Utevsky & Trontelj, 2005 a *Hirudinaria javanica* (Wahlberg, 1855). Jediná *Hirudo medicinalis* však byla 21. června 2004 oficiálně uznána americkým Úřadem pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) jako živý lék a povolena ruským ministerstvem zdravotnictví (Abdisa 2018; Singh & Rajoria 2020; U.S. Food and Drug Administration © 2024; Moscow Eye Clinic © 2024). Ve světě lze narazit na dvojí rozdělení pijavic. První je členění na pijavky lékařské-kosmetické o hmotnosti 0,6–0,8 g a 1–1,2 g a pijavky lékařské v rozpětí 1,2–1,5 g a 1,5–2 g, s nímž je možné se setkat i v České republice. Druhé, v zahraničí více rozšířené rozdělení se odvíjí od celkové délky těla, kdy se rozlišují larvy (1–2 cm), jehly (2–4 cm), zápalky (4–6 cm) a medikální pijavky (6–8 cm). V humánní medicíně se pijavice větších rozměrů prakticky nepoužívají, zatímco veterináři

standartně aplikují i 15 cm kusy u pacientů ze skupiny velkých hospodářských zvířat jakými jsou například koně (Singh & Rajoria 2020; C.R. et al. 2023).

Moderní chov pijavek lze rozdělit do 3 kategorií – chov v laboratorních podmínkách vhodný především pro produkci pijavic všude tam, kde není možný venkovní chov z důvodu celoročně nízkých teplot vzduchu, intenzivní chov v umělých nádržích a polointenzivní chov v přírodních jezerech. Venkovní filtrované bazény napodobující přirozené rybníky s uměle vytvořeným břehem pro kladení kokonů, sítěmi poskytujícími stinná místa a dostatečným množstvím úkrytů (viz. Obrázek 6) se zdají být nejefektivnějším způsobem chovu pijavek. Humánní medicína však preferuje alternativu v podobě akvárií hranatého, ideálně však kulovitého tvaru zajišťující možnost plynulého plavání bez nutnosti zastavování se v rozích, v nichž se však nedaří odchovávat pijavičky v takové míře jako v chovných zařízeních rybníkového typu (Michalsen et al. 2007; C.R. et al. 2023).



Obrázek 6: Umělý chovný rybník z farmy ZAUG v Bierbertalu (Německo) (převzato z Michalsen et al. 2007)

Za účelem udržení čistoty vody a zamezení kanibalismu se pijavky krmí zásadně mimo chovné nádrže. Zdravotně nezávadná a virů prostá vepřová, hovězí, popřípadě ovčí krev je podávána obvykle s odstupem 2 měsíců ve střevech, močovém měchýři, či zabalena v několika vrstvách lněné látky v závislosti na velikosti a stáří pijavic. Nakrmené pijavky se doporučuje přemístit do odděleného rybníku specificky vytvořeného pro tyto účely, kde se nechají vytrávit po dobu minimálně 3 měsíců před jejich prodejem, aby došlo ke snížení



množství bakterií rodu *Aeromonas* v zaživacím traktu. Musí se však ohlídat, aby hladovění výrazně nepřekročilo hranici 12 měsíců, jelikož úplná ztráta komenzálních bakterií vede k výrazné degradaci životaschopnosti pijavic. Pravidelné rozbory kvality vody, vizuální kontrola jednotlivých kusů a rozmnožování pouze zdravých jedinců jsou nezbytné k úspěšnému chovu těchto živočichů. Časté rušení pijavkám nesvědčí, ba naopak, bylo vyzorováno, že pakliže jsou skupiny ponechány v klidu, snižuje se jejich spotřeba kyslíku, rychleji se regenerují, ochotněji přijímají potravu a aktivněji se páří (Michalsen et al. 2007; Manzoor 2021; C.R. et al. 2023).

Pravidelná ekdyze opakující se každých 3–10 dnů by měla být podpořena dostatečným množstvím předmětů s hrubým povrchem (větve, kameny apod.) či vysazením rostlin s tvrdými listy jako je například kanadský vodní mor (*Elodea canadensis*) Michx. Pakliže nastanou během procesu svlékání komplikace, dochází téměř vždy k zaškrčení těla zbytkovými prstenci staré svlečky, což má za následek život ohrožující tržné rány, v horším případě postupné odumírání tkání. Včasným podchycením problému a opatrným sejmutím prstenců konečky prstů, popřípadě nehty lze pijavici zachránit, přestože takový jedinec musí být vyrazen z chovu z důvodu omezené schopnosti plavat a trávit potravu (Michalsen et al. 2007).

### 3.5.2 Požadavky na kvalitu vody

Pro sledované parametry určující kvalitu vody lze veřejně dohledat tyto akceptovatelné hodnoty: Uhličitánová tvrdost < 9 dGH, pH 5–6, obsah amoniaku < 0,5 mg/l, obsah dusičnanů < 25 mg/l a dusitanů < 0,4 mg/l s negativním nálezem chlóru a těžkých kovů. Výborným zdrojem je dešťová voda, která má obvykle nízké pH a neobsahuje vápník. Pramenitá voda, voda ze studny a voda z veřejného vodovodu mívá vyšší koncentraci uhličitánů a častokrát nevyhovující tvrdost, z toho důvodu se doporučuje před samotným použitím nechat provést chemickou a mikrobiologickou analýzu v akreditované laboratoři. Destilovaná a deionizovaná voda je povolena pouze za předpokladu dodatečné suplementace minerálů za použití 0,5 g/l speciálně vyvinuté solné směsi přímo pro chov lékařských pijavek dostupné pod názvem HirudoSalt™, popřípadě 0,3–0,5 g/l mořské, či minerální soli prodávané v obchodech s akvarijními potřebami (Michalsen et al. 2007; Munshi et al. 2008; Biopharm Leeches © 2023). Pijavky mohou být chovány i v neperlivé balené vodě, kde odpadá nutnost umělého doplňování minerálií, avšak kvůli vyšší pořizovací ceně se

z dlouhodobého hlediska balená voda používá pouze vzácně. Pakliže je pijavicím umožněno dýchání skrze kutikulu, není potřeba investovat do žádné vzduchovací techniky. Při výměně vody, která se provádí dle aktuální míry znečištění, ideálně však obden, je dobré se vyvarovat teplotnímu šoku a prudkým změnám světelných podmínek. Teplota vody by se měla pohybovat v rozmezí od 5–20 °C s výjimkou období rozmnožování, kdy je třeba udržovat teplotu nad 25 °C (Michalsen et al. 2007; Munshi et al. 2008; Singh & Rajoria 2020; C.R. et al. 2023).

### **3.5.3 Rozmnožování a péče o potomstvo**

Lékařské pijavky dosahují pohlavní zralosti ve věku 2–4 let, což závisí nejen na frekvenci krmení, ale také na kvalitě překládané savčí krve. Rozmnožování probíhá během letních měsíců od června do srpna ve vodě, či mimo ni a může trvat až 18 hodin. Po kopulaci jsou oplozená vajíčka uchovávána v opasku po dobu 1–9 měsíců, kdy následně dochází ke kladení 10–30 vajíček a vstříknutí albuminové sloučeniny sloužící k výživě malých pijaviček zvané hirudoin do oválného kokonu žlutohnědé houbovité konzistence, který je zahrabán do písčité půdy bohaté na humus na břehu řek a jezer, v případě umělého chovu do vlhkého mechu, rašeliníku či hydrogelu, popřípadě je nalepen na kameny, kmeny nebo listy rostlin. Jedna pijavice dokáže takových kokonů v průběhu 5–12 dní vyprodukovat až 8. Jakmile nastane čas líhnutí, dospělá pijavka na obou zaoblených koncích udělá otvory o průměru 0,5–1 mm, aby 1–2 cm dlouhé pijavičky mohly opustit bezpečí kokonu. Tělo mladých pijavek je anatomicky prakticky shodné s dospělci s výjimkou chybějících pohlavních orgánů. Kolem 3. týdne věku začínají pijavičky přijímat první potravu, v některých záznamech se však lze setkat s poznámkou o hladovění trvajícím až 6 měsíců (Michalsen et al. 2007; Elliott & Kutschera 2011; Ugural & Serezli 2020; C.R. et al. 2023; Breeding method of leeches).

### **3.5.4 Přeprava a přechovávání pijavek před aplikací**

Po 32 týdenní karanténě se před samotným transportem v chovných zařízeních provádí poslední kontrola jakosti a skupiny pijavek se opakovaně sprchují za účelem snížení počtu bakterií žijících na povrchu těla. Dle směrnice německého federálního institutu pro léčiva a zdravotnické potřeby (BfArM) musí být zpětně dohledatelná každá jednotlivá šarže, a to jak ze strany producenta, tak uživatele. To samé platí i pro informace o krmné krvi. Objednávat by se mělo v dostatečném předstihu, aby pijavice dorazily ideálně 2–3 dny před plánovaným

výkonem z důvodu nutné aklimatizace na nové prostředí a pouze takové množství, o něž se bude přítomný personál schopný postarat. Mrtvé a nevyhovující kusy musí být odstraněny a zlikvidovány co nejdříve po převzetí zásilky. Doporučuje se vyřadit pijavky zapáchající, s ochablou, bledou, poraněnou, zaškracenou či bílým hlenem potaženou pokožkou. Nepřípustné jsou též otoky hlavy, vředy, pustuly, zarudlá oblast ústního otvoru, na pohmat tvrdé bulky či uzliny a v některých případech i nález krevních skvrn. Po vyndání z přepravní nádoby je vhodné pijavice osprchovat vlažnou vodou a roztřídit dle velikosti (Michalsen et al. 2007; Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte 2007; Manzoor 2021).

K dlouhodobému uskladnění se nejčastěji využívají skleněné uzavíratelné dózy, u nichž je výhodou jejich průhlednost, či kameninové nádoby odolávající vysokým sterilizačním teplotám s vnitřní perforovanou vložkou. Dvou až třílitrové zavařovací sklenice naplněné zhruba do  $\frac{3}{4}$  vodou lze použít pro krátkodobé přechovávání (maximálně 2–3 týdny při každodenní výměně vody) až 30–50 pijavic. Bez ohledu na preferovanou metodu skladování by všechny nádoby měly být dezinfikovány v předem stanovených časových intervalech a následně pomocí důkladného výplachu zbaveny zbytkového množství čistících prostředků. Jako substrát lze využít kameny (s výjimkou vápencových) s ostrými hranami, o něž se mohou pijavky třít během období svlékání staré pokožky. Není radno podceňovat pravidelnou kontrolu těsnění uzávěru, jelikož pijavice patří mezi mistry úniku, kteří se dokáží protáhnout i sebemenší skulinou (Michalsen et al. 2007; Manzoor 2021).

### **3.6 Technika a způsoby aplikace pijavek lékařských**

Hirudoterapie se především u nových uživatelů zahajuje v brzkých ranních, či dopoledních hodinách, přestože zvolenou denní dobu si každý lékař může upravit dle své libosti. Při plánování jednotlivých sezení je dobré brát v potaz celou řadu faktorů, jakými jsou například povětrnostní podmínky, prudké změny atmosferického tlaku, teplota a relativní vlhkost vzduchu, roční období či fáze měsíce. Celá procedura by měla být prokonzultována s pacientem v dostatečném předstihu, aby vše probíhalo v tichosti a co možná největším klidu. Dvě až tři hodiny před samotným výkonem je vhodné pijavky omýt vlažnou vodou, naposledy vizuálně překontrolovat a vyseparovat pouze ty, které aktivně jeví zájem o potravu a nejsou v procesu ekdyze. Manipulace s pijavicemi musí být prováděna s citem, bez použití pinzet či jiných ostrých předmětů, které by mohly pijavky poranit. Povoleny jsou latexové rukavice, které slouží zároveň jako dočasná ochrana aplikujícího lékaře před předčasným

zákusem. Fixace pijavic baňkami a plastovými či skleněnými zkumavkami není třeba s výjimkou situací, kdy by mohlo dojít k průniku pijavek do přilehlého tělního otvoru v případě intraorální či intravaginální aplikace, či pokud je potřeba podpořit přísátí se pouze v jednom konkrétním bodě. Množství a velikost použitých lékařských pijavek a aplikované místo se vždy volí individuálně s ohledem na zdravotní stav pacienta a stanovenou diagnózu. Počet pijavic aplikovaných během jednoho sezení by však nikdy neměl překročit hranici 12 kusů (Michalsen et al. 2007; Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte 2007; Gileva et al. 2013; Manzoor 2021).

I přes dodržení všech stanovených postupů se může stát, že se pijavice odmítá přisát ke kůži. Nejčastějším důvodem bývá příliš nízká teplota těla, jelikož pijavky nejvíce reagují na teploty v rozmezí 35–40 °C, což je problémem hlavně v zimních měsících. Pokud místnost není dostatečně vytápěná, doporučuje se přes pacienta po zakrytí pijavic navlhčenou gázou přehodit deku, aby nedošlo ke zbytečnému prodlužování procesu sání. Po zakousnutí pijavka obvykle automaticky zaujímá charakteristickou uvolněnou pozici připomínající tvar písmene U. Jakmile uživatel pocítí prořezávání čelistí připodobňované ke kočičímu škrábání, komářímu bodnutí či pálení po požahání kopřivou a je možné pozorovat první peristaltické pohyby hltanu, aplikace je pokládána za úspěšnou. Během sání se aktivují kožní žlázy lokalizované na povrchu těla, které začnou vylučovat bezbarvý hlen zabraňující vychnutí pokožky pijavek. Pokud se hlen tvoří v nadbytečném množství, lze ho pomocí gázy opatrně otřít. Najdou se pijavice, které v průběhu krmení upadají do jakéhosi stavu nečinnosti, kdy sice zůstávají zakousnuté, ale přestávají sát krev. V takovém případě lze jedince stimulovat jemným hlazením po dorzální straně těla kaudálním směrem, dokud se znovu nezaktivizuje. Nejčastější využívanou metodou je přikládání pijavic s úplným odběrem krve, kdy se pijavky nechávají přisáté až do jejich samovolného odpadnutí (20-60 minut v závislosti na velikosti). V některých případech je nutno krmení časově limitovat přiložením gázy nasáté 3% jodovým roztokem, nasyceným roztokem soli či 8% kvasným octem do blízkosti ústního otvoru (ne však přímo na něj), což vyvolá předčasné odpadnutí. Poslední metodou je tzv. přikládání bez odběru krve, která byla poprvé představena A. S. Abuladzem v roce 1949, který vyslovil domněnku, že pijavky dokáží svým kousnutím aktivovat akupunkturální body. Princip spočívá v odstranění pijavic při prvních náznacích peristaltických pohybů, aby došlo pouze k vstříknutí slin do rány a zamezilo se výraznému krvácení (Michalsen et al. 2007; Gileva et al. 2013).

### 3.6.1 Vedlejší nežádoucí účinky hirudoterapie

Při dodržení všech doporučených postupů jsou vážné zdravotní komplikace relativně vzácné. Lokální bolestivost a svědění přetrvávající v 70 % případů nejdéle 2 dny patří mezi běžné reakce po ošetření. Pro zmírnění obtíží se doporučuje přikládat studené vlhké zábaly, popřípadě lze využít komerční přípravky proti svědění (např. Fenistil gel). Kožní eflorescence, nošení těsného oblečení v období rekonvalescence, či aplikace jiné než kosmetické velikosti pijavic na oblasti s tenkou a pohybem namáhanou kůží může mít za následek vznik neestetických jizev, na což musí být pacient upozorněn v dostatečném předstihu. Silná krvácení s poklesem hemoglobinu v krvi byla ojediněle zaznamenána v případech, kdy byly pijavice neúmyslně aplikovány přímo na povrchové žíly. Lokální záněty vyžadující zvýšenou péči bývají způsobeny hrubou manipulací s pijavkami, kdy dojde k vyzvrácení obsahu žaludku či k uvolnění jednotlivých zubů, popřípadě celých čelistí do rány, dále sekundární bakteriální kontaminací rány či jejím chronickým mechanickým drážděním (škrábání, tření atd.), s čím se lze setkat spíše u zvířecích pacientů. Sepse v důsledku systémové infekce bakterií *Aeromonas hydrophila* byla opakovaně pozorována pouze v oblasti rekonstrukční chirurgie u uživatelů, kteří podstoupili imunosupresivní léčbu, či trpí některým z onemocněním tlumících aktivitu imunitního systému. Takovým osobám se doporučuje nasadit vhodná antibiotika nejméně 6 hodin před samotnou aplikací (u pacientů s více komorbiditami lze zahájit léčbu i 3 dny předem), přestože se normálně nejedná o standardní praxi. Nepřímý přenos infekčních onemocnění z člověka na člověka hrozí pouze v případech, kdy jsou pijavice používány opakovaně a nedochází k jejich okamžité likvidaci (Michalsen et al. 2007; Manzoor 2021). Nejnovější studie upozorňují na možné riziko vzniku pseudolymfomu (Sepaskhah et al. 2020), atraumatické hemartrózy (Curcio & Lloyd) a keratitidy po aplikaci pijavek na periokulární a obličejovou ekzematózní dermatitidu (Özkaya 2023).

### 3.6.2 Likvidace lékařských pijavek po použití

Vzhledem k přísnému zákazu opakovaného použití již jednou aplikovaných pijavic se musí každé lékařské centrum rozhodnout, jak s již nepoužitelnými pijavkami naloží. Bud' mohou být vzhledem k jejich dlouhověkosti (v zajetí se dožívají až 10 let) poslány zpět do chovného zařízení, kde jsou pro tyto účely vyhrazeny speciální nádrže na dožití, nebo se provede jejich eutanázie zmrazením při -18 °C po dobu 12–48 hodin, umístěním do 70% isopropylalkoholu na 24 hodin, či naložením do 70% alkoholu na 15 minut a následně

přemístění do roztoku bělidla po dobu 1 hodiny. Usmrcené pijavky se likvidují společně s dalším biologicky nebezpečným odpadem. Povolena není ani reapplikace pijavek na jednoho a toho samého pacienta, jelikož zde hrozí riziko neúmyslné záměny pijavic a ohrožení lidského zdraví. Ne všude se však dodrží takto přísná kritéria, například v Indii lze ještě dnes narazit na tzv. očišťující praktiku, při níž je pijavka na konci krmení donucena vyzvrátit celý obsah žaludku, aby došlo k její detoxikaci a mohla být následně znovu připravena k použití. K vyvolání zvracení se používá zásyp rýžovou moukou v kombinaci s potíráním ústního otvoru olejem a kamennou solí, promačkávání těla kraniálním směrem, či naložení do koncentrovaného roztoku kurkumy (Michalsen et al. 2007; Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte 2007; Science Kit 2008; Kumar et al. 2013; Gileva et al. 2013; Singh & Rajoria 2020).

### **3.7 Příprava lidského pacienta na hirudoterapii a následná péče o ránu**

Před započítím samotné procedury je nutné pacientovi vysvětlit důvody ke zvolení právě této léčebné metody, seznámit ho s jejími riziky a se specifickým působením pijavic na lidský organismus, poučít ho o průběhu ošetření a nastavit jistá pravidla chování, aby se minimalizovalo riziko úrazu všech zúčastněných stran. Podepsání písemného souhlasu sice není nařízeno, ale lze tím předejít případným neshodám v budoucnu. Základní lékařská prohlídka, vyšetření hematologického krevního obrazu a měření krevního tlaku před a po zákroku je považováno za nepostradatelný standard. Uživatel by se měl vyvarovat kouření, požití alkoholu, narkotik či benzodiazepinů a používání deodorantů, parfémů, kosmetických přípravků a léčiv s lokálním působením v místě plánové aplikace alespoň 2 dny před samotným ošetřením a den po něm. V případě intraorální aplikace se nedoporučuje používat zubní pasty s příchutí pepermintu, či skořice a jíst výrazně zapáchající potraviny, jakými jsou česnek, křen či zázvor. Uživatelé s historií vazovagální synkopy by měli být před ošetřením dostatečně hydratovaní, v klidu a během celé procedury ležet v pohodlné poloze na zádech. Silně ochlupená místa je třeba nejprve oholit dohola, jelikož ostré strniště by mohlo pijavice dráždit. Dezinfekce v pravém slova smyslu se neprovádí, kůže se před výkonem pouze omyje sterilní destilovanou vodou. Povoleno je použití neparfemovaných mýdel, pakliže je potřeba důkladnější očisty. Aby se zvýšily šance na rychlejší prisátí, stimuluje se krevní oběh pacienta třením kůže na sucho, krátkodobým přiložením horkých obkladů, ozařováním infračerveným světlem, omýváním končetin v teplé vodě, či baňkováním. Některé prameny uvádí možnost využití lákadel k ztraktivnění zvoleného místa aplikace za použití kapky nasyceného

cukerného roztoku, mléka či přepuštěného másla, popřípadě se jednorázovou lancetou vytvoří vpich v kůži a vytlačí se kapka krve (Michalsen et al. 2007; Munshi et al. 2008; Okka 2013; Gileva et al. 2013; Kumar et al. 2013; Manzoor 2021).

Pacienti se pokládají do co nejpohodlnější pozice s ohledem na místo aplikace tak, aby i pijavky měly dostatek prostoru ke krmení bez rizika pádu či přimáčknutí. Pakliže je to možné, je dobré zajistit pijavicím přítmi a komfortní teplotu vzduchu. Tripartitní čelisti zanechávají na kůži třícípou ránu připomínající logo společnosti Mercedes-Benz hlubokou přibližně 1,5 cm, z níž v průběhu následujících 3–12 hodin (při použití pijavic >10 cm krvácení přetrvává klidně 24–48 hodin) aktivně vytéká krev, čímž se rána samovolně čistí. Do tohoto procesu se nedoporučuje zasahovat, ve většina případů totiž nemá množství ztracené krve zásadní význam, jelikož se z rány vylučuje převážně krevní lymfa, mezibuněčná tekutina, strusky a krví zabarvené toxiny. Navíc bylo vyzorováno, že předčasné zastavení krvácení snižuje účinnost léčby a zvyšuje riziko infekce. Primární obvaz sestává z gázových tampónů či kompresů obalených gázovou výplní, popřípadě několika vrstvami buničité vaty, která by měla dostatečně překrývat okolí rány, a to vše je zajištěno elastickým gázovým obvazem. Při výměně obvazu je nutná zvýšená opatrnost, aby nedošlo ke stržení strupu. Pacienti by se první 2 dny po ošetření měli vyvarovat namáhavé fyzické aktivitě a dlouhodobému pobytu ve vodě, kdy by mohlo dojít k předčasnému uvolnění strupu a znovuotevření rány. Po dobu rekonvalescence se doporučuje nosit volnější oblečení a pít dostatečné množství tekutin (Michalsen et al. 2007; Gileva et al. 2013).

### **3.8 Příprava zvířecího pacienta na hirudoterapii a následná péče o ránu**

Příprava zvířecího pacienta se téměř nijak zásadně neliší od toho lidského. Postupy zůstávají pořád stejné pouze s tím rozdílem, že pijavice mohou být aplikovány nejen veterináři, ale i zkušenými hirudoterapeuty, kteří nemusí mít vždy příslušné veterinární vzdělání. Po konzultaci s majitelem se zvolí jedna z tradičních metod přikládání (přikládání s úplným, či neúplným odběrem krve), aplikované místo se dle potřeby oholí, očistí a pijavky se nechají působit 20–120 minut. Celkový počet a velikost použitých pijavic se odvíjí od druhu a tělesné hmotnosti jedince, jeho stanovené diagnóze a předpokládaného počtu sezení. Standardně se aplikuje 1 lékařská pijavka na 10 kg živé hmotnosti, u koní se počet pohybuje mezi 5–15 kusy. Pakliže je to možné, doporučuje se 24–48 hodin před výkonem vysadit antikoagulantia, která se opětovně nasadí ve stejném časovém intervalu, aby nedošlo

k nekontrolovatelnému krvácení. Pacient musí být během celé procedury sledován, aby bylo možné včas zasáhnout, pokud by došlo k silné alergické reakci, která však bývá velice vzácná. Zvířecí pacienti obecně dobře akceptují přítomnost pijavic a nebyly pozorovány snahy o jejich násilné odstranění. Pakliže je pacient jemnější povahy, lze jej před samotnou aplikací sedovat. Péče o krvácející ránu je obdobná jako u lidí, buďto se rána překryje obvazem, který je třeba pravidelně měnit, nebo se rána nechá volně otevřená a zvíře je po dobu rekonvalescence udržováno v čistém prostředí. Majitelé opakovaně vracející se k hirudoterapii tak dle jejich slov činí hlavně z důvodu možnosti ošetření bez nutnosti anestezie u starších zvířat (Bipharm Leeches 2011; Sobczak & Kantyka 2014; Mužík & Zahradka 2020).

### **3.9 Indikace k použití pijavek lékařských**

#### **3.9.1 Kardiovaskulární choroby**

Kardiovaskulární choroby měly do roku 2008 na svědomí až 30 % celosvětových úmrtí. Jedním z prvních předních lékařů využívající léčbu pomocí pijavic na srdeční onemocnění byl Rus Nikolaj Ivanovič Pirogov (1810–1881), který byl zároveň považován za jednoho ze zakladatelů chirurgie (Abdualkader et al. 2013; Cardiovascular 2024). Kolem roku 1997 bylo poté uvedeno na ruský trh nové antitrombotikum a antikoagulancium pod obchodním názvem „Piyavit“, které obsahovalo extrakt ze slin pijavek lékařských. Studie ukázala, že po jeho perorálním, či subkutánním podání u zvířat inhibuje tvorbu arteriálního trombu a snižuje hyperkoagulabilitu krve (Baskova et al. 1997; Abdualkader et al. 2013). Jiná klinická studie došla k závěru, že aplikace pijavic zmírňuje bolesti a otoky nohou a zlepšuje schopnost chůze u lidí s tromboflebitidou (Bulling 2010). Látky obsažené ve slinách pijavek mohou dočasně zlepšit průtok krve a utlumit hyperalgezii pojivové tkáně. Navíc bylo prokázáno, že hirudin je účinnější než heparin v prevenci hluboké žilní trombózy a ischemické příhody u pacientů s nestabilní anginou pectoris. Hirudin lze navíc narozdíl od heparinu bezpečně používat u pacientů s abnormalitami krevních destiček, heparinem indukovanou trombocytopenií či diseminovanou intravaskulární koagulací. Dnes je hirudoterapie indikována lékaři po celém světě k léčbě hypertence, aterosklerózy, hluboké a povrchové žilní trombózy, chronické žilní insuficience, kardialgie, dyscirkulační encefalopatie, plicní embolie, hemoroidů a sekundární dermatózy způsobené ischemií (Abdualkader et al. 2013; Okka 2013; Konyrtaeva et al. 2015; Amani et al. 2020;



Cardiovascular 2024). U zvířat se pijavky využívají k léčbě pravé polycytémie či k odstranění stagnující krve v ranách, u nichž byla na sledovaném vzorku psů (9) a koček (3) vyhodnocena úspěšnost 75 % (Abdisa 2018; Kermanian et al. 2022). Převratnou studii publikovali v České republice pánové Mužík a Zahrádka (2020), kteří se dlouhodobě zabývají léčbou aortální tromboembolie (ATE) u koček s kardiomyopatií. U všech jejich pacientů ošetřených hirudoterapií bylo možné sledovat velice rychlou pozitivní odpověď na léčbu a brzkou rekonvalescenci důsledků ischemie oproti pacientům ošetřovaným pouze antikoagulačně bez použití trombolýzy. Kočkám se po pár ošetřeních začaly znovu prokrvovat končetiny a již po několika dnech byly schopné chůze s minimem obtíží. Navíc byla zaznamenána prodloužená délka života a výrazné snížení recidivit, což nasvědčuje tomu, že by lékařské pijavky mohly být v budoucnu nepostradatelným pomocníkem při léčbě ATE u koček.

### **3.9.2 Rekonstruční plastická chirurgie a mikrochirurgie**

Mikrochirurgie je obor specializovaný na chirurgické operace pod operačním mikroskopem za použití mikronástrojů, kdy dochází k umělému spojení přerušovaných drobných cév, žil a tepen během replantace tkání a amputovaných částí těla. Právě v tomto odvětví slavila ve 2. polovině 20. století hirudoterapie svůj celosvětový návrat na výsluní. Žilní okluze znamená v případě anastomózy vážné ohrožení nově transplantované tkáně a může vést k tvorbě trombu, venostáze a nakonec nekróze. Díky svému mechanismu působení jsou pijavky vysoce ceněnými pomocníky zlepšující průtok krve po transplantaci dermoepidermálních kožních štěpů, přenosu kožních laloků (1. úspěšný přenos s využitím pijavic byl zaznamenán již v roce 1960), rekonstrukčních operacích po odstranění nádorů (viz. Obrázek 7) a vážných úrazech, jakými je například skalpování, částečná, či úplná amputace, popřípadě rozsáhlá tržná poranění (Deganz & Zdravic 1960; Nguyen et al. 2012; Abdualkader et al. 2013; Okka 2013). Úspěšnost transplantací volně přenesených kožních laloků s pooperačním přikládáním pijavic se v letech 1960–2015 pohybovala mezi 65–85 %, kdy se za nejefektivnější považovala aplikace každých 2–8 hodin po dobu 4–10 dní (Herlin et al. 2017). Jiná studie zaměřující se výhradně na operace v oboru rekonstrukční plastické chirurgie v letech 1966–2009 stanovila úspěšnost zákroků v kombinaci s hirudoterapií na 77,98 % (216 úspěšných operací z celkových 277) (Whitaker et al. 2012). Ve veterinární

medicině je záchrana tkáňových laloků nejčastější indikací k použití pijavek (Sobczak & Kantyka 2014).



Obrázek 7: Využití lékařských pijavek u pacientky po rekonstrukční operaci obličeje po odstranění bazaliomu ze špičky nosu a fáze hojení během následujících 9 měsíců od zákroku (převzato z Michalsen et al. 2007)

### 3.9.3 Nádorová onemocnění

Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC) uveřejnila alarmující statistiku z roku 2022, kdy přibylo téměř 20 milionů nových případů rakoviny, včetně nemelanomové rakoviny kůže (NMSC) a bylo celosvětově zaznamenáno 9,7 milionu úmrtí (včetně NMSC). Odhady naznačují, že přibližně každý pátý člověk se alespoň jednou bude za život potýkat s nádorovým onemocněním a každý dvanáctý na rakovinu zemře. Nejčastěji diagnostikovaným zhoubným nádorem byl v roce 2022 karcinom plic (12,4 % všech maligních nádorů na světě), za ním následoval zhoubný nádor prsu (11,6 %), kolorekta (9,6 %), prostaty (7,3 %) a žaludku (4,9 %). Rakovina plic byla také hlavní příčinou všech úmrtí na nádorová onemocnění, s odhadovaným počtem 1,8 milionu úmrtí (18,7 %), následována rakovinou tlustého střeva a konečníku (9,3 %), jater (7,8 %), rakoviny prsu (6,9 %) a žaludku (6,8 %) (Bray et al. 2024). Dlouhodobě narůstající počet nově diagnostikovaných pacientů s rakovinou donutilo lékaře začít se poohlížet po netradičních antimetastatických činidlech. Využití pijavic bylo v tomto případě inspirováno dříve hlášenými inhibičními účinky některých antikoagulancií (warfarin, heparin), díky čemuž bylo zjištěno, že intravenózně aplikovaný extrakt ze slinných žláz *Haementeria ghilianii* de Filippi, 1849 a *Haementeria officinalis* inhiboval vznik metastáz v plicích u pokusných zvířat (Blankenship et al. 1990; Hirudin for the inhibition of cancer metastasis 1992). Antimetastatický a antikoagulační

protein získaný ze slinných žláz *Haementeria ghilianii* byl v roce 1994 pojmenován jako ghilanten, u něhož byla hlášena inhibice metastáz u melanomu, karcinomu prsu, plic a prostaty (Ghilanten: antimetastatic principle from the south american leech, haementeria ghilianii 1994). Výzkum z roku 1992 dále uvádí, že syntetický hirudin je účinný inhibitor metastáz plicního karcinomu, zhoubného nádoru prsu, močového měchýře, kolorekta, sarkomů měkkých tkání a lymfomu (Hirudin for the inhibition of cancer metastasis 1992). V březnu roku 2010 byl nahlášen pravděpodobně vůbec první případ, kdy se pomocí aplikace lékařských pijavek podařilo zcela zbavit lokální bolesti beder u 62 letého pacienta v pokročilém stádiu rakoviny ledvin a leiomyosarkomu (Kalender et al. 2010). Zajímavý objev učinil profesor Merzouk, který zjistil, že extrakt ze slin pijavky *Hirudinaria manillensis* má *in vitro* antiproliferační účinky na buňky karcinomu plic (SW1271)(2012). Hirudoterapie se u zvířecích onkologických pacientů nevyužívá.

### 3.9.4 Onemocnění pohybového aparátu

Analgetické účinky výměšků slinných žláz lékařských pijavek byly zdokumentovány v mnoha studiích na pacientech trpících osteoartrózou, kdy v jedné z nich výsledky mluvily výrazně ve prospěch hirudoterapie oproti topické aplikaci diklofenaku (Michalsen et al. 2003). Jiné výzkumy prokázaly, že výtažky ze slinných žláz účinně snižují synovinální hypertrofii při artritidě, ulevují od bolesti iliosakrálních kloubů a prvního metatarzofalangeálního kloubu, při cervikobrachiálním syndromu a podagře, snižují spotřebu analgetik u lidí s artrózou v kolenním kloubu (Michalsen et al. 2007; Abdualkader et al. 2013) a dokáží výrazně zlepšit hybnost ramene postiženého adhezivní kapsulitidou, či bursitidou (Sharma & Jagdhane 2020; Dwivedi et al. 2022). U většiny pacientů se symptomy revmatické artritidy zlepšují již po prvním ošetření. Rozsáhlá pozorovací studie provedená v nemocnici v německém Essenu ukázala, že z celkového počtu 400 pacientů s artrózou v kolenním kloubu pozitivní účinek po aplikaci pijavic pocíťovalo následující 3–4 měsíce 35 % uživatelů a u 50 % pacientů úleva od bolesti přetrvávala dokonce až po dobu 6–12 měsíců. Pouze u 15 % uživatelů neměla prvotní aplikace žádný významný dopad a u malé části z nich (<10 %) bylo zmírnění symptomů pozorováno až při druhém ošetření. Léčba za pomoci pijavek by se v případě, kdy nedošlo k okamžitému zlepšení po první aplikaci měla zopakovat ještě jednou či dvakrát nejpozději do 8. týdne od počátku terapie. Pakliže pacient nereaguje ani na třetí ošetření, další pokusy o léčbu již s velkou pravděpodobností nebudou úspěšné a neměly by být prováděny. Vzhledem k relativní bezpečnosti hirudoterapie lze tuto metodu

využívat i dlouhodobě k léčbě jak výrazně pokročilé, tak i začínající artrózy. Komplikace mohou nastat při pokusu o aplikaci pijavek na kyčelní klouby kvůli jejich omezené přístupnosti, z toho důvodu je tato metoda obecně úspěšná pouze u štíhlých pacientů. Pijavice nesmí být aplikovány na klouby prstů v místech, kde je tenká vrstva kůže, jelikož nebude docíleno adekvátního účinku a může dojít k zhoršenému hojení ran (Michalsen et al. 2007). Veterináři po celém světě předepisují hirudoterapii na rozmanitou škálu onemocnění pohybového aparátů. U psů se jedná nejčastěji o spinální osteoartritu, dysplazii kyčelního a loketního kloubu, diskopatii a syndrom cauda equina. U koček je aplikace omezena na diskopatii, dysplazii kloubů a artrózu kolenního kloubu, zatímco u koní se ke spinální osteoartritidě přidává ještě artritida v ramenním kloubu, ataxie a myositida (Sobczak & Kantyka 2014; Abdisa 2018).

### **3.9.5 Onemocnění šlach**

Laterální epikondylitida, známá spíše pod názvem tenisový loket, je častým problémem ne vždy adekvátně reagujícím na tradiční konzervativní pokusy o léčbu. Typický průběh onemocnění je charakterizován recidivami po opětovném zvýšení fyzické aktivity a zhoršující se hybností paže. Účinky hirudoterapie se většinou dostaví v řádu několika dní a přináší dlouhodobé zlepšení symptomů akutní, ale i chronické laterální epikondylitidy, plantární fasciitidy a tendinopatie oproti konvenční terapii (Michalsen et al. 2007; Sharma & Jagdhane 2020). Zdá se, že léčba šlach za využití pijavek je populárnější ve veterinární medicíně, v níž může být doporučena u psů a dostihových koní trpících tendinitidou a tenosynovitidou a u koček s nataženými vazy (Sobczak & Kantyka 2014).

### **3.9.6 Dermatologická onemocnění**

Léčba neinfekčního zánětu kůže spočívá v podávání antihistaminik, v těžších případech poté kortikoidů a antibiotik, nicméně stejně jako u laterální epikondylity dochází často k recidivám a přidruženým komplikacím. Aplikace pijavic dle studií přináší téměř okamžitou úlevu a výrazně zlepšuje kvalitu života pacientům s ekzémem. Studie z roku 2014 zkoumající účinnost hirudoterapie u lidí s autoimunitním onemocněním zvaným alopecia areata vyzdvihuje pozitivní efekt této léčebné metody na růst vlasů. K indikacím se dále řadí psoriáza, kontaktní dermatitida, kožní leishmanióza, furunkly, chronické akné, hemoroidy, abscesy, vředy, pásový opar, popáleniny, špatně hojící se rány, popřípadě některé pooperační jizvy (Okka 2013; Amani et al. 2020; Kenari et al. 2020; Subhash et al. 2021; Dudhrejya

2023). U zvířat lze za pomoci pijavic ošetřit koně trpící podlomem (bahenní horečkou) nebo malá zvířata s ekzémem či pooperačními rány a jizvami (Sobczak & Kantyka 2014).

### **3.9.7 Onemocnění očí a uší**

Pakliže hirudoterapii nekontraindikuje probíhající antikoagulační léčba, lze pijavky využít k ošetření poškozených drobných cév v oblasti spánkové kosti či ke zmenšení periorbitálního hematomu. Přestože v oboru oftalmologie a otorhinolaryngologie chybí řádné klinické studie prokazující účinnost hirudinu, byly zaznamenány případy, kdy došlo k úspěšnému vyléčení tinitu, akutní a chronické otitidy, náhlé ztráty sluchu, Meniérovovy choroby či došlo ke zmírnění bolestivosti po pohmoždění ušního boltce (tzv. květákové ucho) (Michalsen et al. 2007; Elliott & Kutschera 2011; Okka 2013; Abdulkader et al. 2013). V případě psích pacientů se pijavice aplikují k léčbě othematomu, glaukomu, katarakty, zánětu oka či jiných traumatických poranění (Mužik & Zahradka 2020).

### **3.9.8 Nemoci močového a pohlavního ústrojí**

Hirudoterapie v posledních letech sklízí úspěch i u urologů. V jedné rozsáhlé studii se podařilo díky pijavkám zmírnit pooperační žilní kongesci po replantaci penisu a epispadii a exstrofii močového měchýře. Zda-li budou mít pijavice pozitivní vliv i na léčbu hematomu šourku, penoskrotálního edému, priapismu či chronického onemocnění ledvin bude možné vyhodnotit až po intenzivnějším testování (Battin et al. 2023; Liu et al. 2024). Menstruační bolesti a její nepravidelnost, hluboký pánevní zánět, adenomyóza, hyperplazie endometria, ovariální cysty, děložní myomy, zánětlivá onemocnění pánevních orgánů včetně virových a bakteriálních infekcí a některé formy neplodnosti, to vše patří na seznam gynekologických onemocnění, u nichž lze očekávat přinejmenším mírné zlepšení po aplikaci pijavek. (Genital Leeches 2024). Obdobně jako v humáním, i ve veterinární medicíně se začínají pijavice využívat v případech, kdy se konzervativní léčba nejeví jako dostatečná. V roce 2021 byly publikovány hned dvě zajímavé studie, kdy jedna sledovala motilitu a morfologii spermií u 18 dospělých potkaních samců, u nichž byla provedena 2 hodinová torze a následná detorze varlat. Výsledky jasně prokázaly, že aplikace pijavek zvýšila progresivní motilitu spermií a lze tedy předpokládat, že hirudoterapie je možným lékem na ischemii a následnou reperfuzi varlat (Davoodi et al. 2021). Druhý experiment se týkal léčby penilního hematomu u 14 letého hřebce plemene Hucul, který nereagoval na standardní terapii a výrazné zlepšení přinesla až kombinace hirudoterapie a hydroterapie (Nowicky et al. 2021).

### 3.9.9 Onemocnění zubů a dásní

Přestože stomatologické indikace zatím nejsou oficiálně dostupné, existuje celá řada studií, kdy byly pijavice aplikovány při dentálních obtížích. Značný úspěch mělo využití pijavek při zvládnání vážné pooperační makroglosie, kdy selhávala standartní léčba (Smeets & Engelberts 1995; Abdulkader et al. 2013). Jiné lékařské zprávy prezentovaly využití hirudoterapie k léčbě sublinguálního a linguálního hematomu, při onemocnění dásní (parodontitida, gingivitida, abscesy), chronické apikální periodontitidy či při zánětech okostice (Abdulkader et al. 2013; Okka 2013; Abdulalaeva et al. 2020; Dental Leeches 2024).

### 3.9.10 Diabetes mellitus

V posledním desetiletí je na cukrovku vzhledem k rapidně narůstajícímu počtu diabetických pacientů nahlíženo jako na globální pandemii. Přestože u hirudinů nebyly nikdy prokázány antihyperglykemické účinky, hirudoterapie se tradičně využívá k léčbě přidružených komplikací diabetu, a to především v případě omezeného průtoku krve do distálních částí těla (Abdulkader et al. 2013).

### 3.9.11 Antibakteriální účinky

V roce 2012 bylo patentováno použití extraktu ze slinných žláz pijavic z čeledi Hirudinidae jako antimikrobiální činidlo proti gramnegativním i grampozitivním patogenům. Hlášena byla vysoká antibakteriální aktivita proti bakteriím rodu *Shewanella* MacDonell & Colwell 1985 a *Aerococcus viridans*, zatímco nižší účinnost (s výjimkou slin získaných z *Hirudinaria manillensis*) byla pozorována proti bakterii *Escherichia coli* Theodor Escherich, 1885, *Salmonella typhi* a zlatému stafylokokovi (*Staphylococcus aureus*) Rosenbach, 1884 (Schikorski et al. 2008; Use of extract of leeches as anti-bacterial agent 2012; Abdulkader et al. 2013).

### 3.9.12 Nezařazené indikace

Hirudoterapie je považována za velice efektivní alternativní doplňkovou léčbu pro okamžité zmírnění vertebrogenních bolestí, bolestí dolní části zad (lumbaga či lumboischialgie), brachialgie a chronické bolesti bederní páteře v důsledku vyhřezlé ploténky. Dále ji lze předepsat ke zmírnění projevů červeného dermografismu, svalové hypertonie,

cervikokraniálního syndromu či syndromu karpálního tunelu (Michalsen et al. 2007).

Lékařská zpráva z roku 2021 zdokumentovala úspěšné zvrácení procesu u pacienta se suchou gangrénou na 3. a 4. prstu levé ruky (viz. Obrázek 8) (Lari et al. 2021). Mimo již dříve zmíněných indikací je přikládání pijavek u zvířat doporučováno při mastitidách, neuritidách a specificky u koní při akutní laminitidě, kdy díky flebotomii dojde k uvolnění tlaku v kopytě (Abdisa 2018).



**Figure:2.1:-During Treatment**



**Figure:2.2:-During Treatment**



**Figure:3.1:-After Treatment**



**Figure:3.2:- After Treatment**

*Obrázek 8: Aplikace lékařských pijavek u 45 leté pacientky se suchou gangrénou postihující 3. a 4. prst levé ruky (převzato z Lari et al. 2021)*

### **3.10 Kontraindikace k použití pijavek lékařských**

Mezi ultimátní kontraindikace hirudoterapie patří arteriální insuficience, vrozená či získaná hemofilie, hemoragická diatéza, hematologické malignity, anémie, hypotenze, suprese kostní dřeně a sepse. U pacientů užívající antikoagulantia obsahující warfarin, heparin, heparinoidy či fenpropion je aplikace pijavic bez výjimky zakázána. Dále se flebotomie nedoporučuje u pacientů se žaludečními vředy, erozivní gastritidou a cirhózou jater z důvodu

možného rizika krváčení do trávicího traktu, u uživatelů v akutních stádiích infekčního onemocnění a infekcí HIV, s dříve známou alergickou reakcí, či dispozicí k tvorbě keloidních jizev (Michalsen et al. 2007; Mumcuoglu 2014). U imunokompromitovaných pacientů smí vykonávat hirudoterapii pouze vysoce zkušený lékař, obecně se však u této skupiny lidí léčba pomocí pijavic neprovádí kvůli zvýšenému riziku potencionálních komplikací (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte 2007). Přikládání pijavic během těhotenství a kojení není výslovně zakázáno, standardně se ovšem neprovádí (Michalsen et al. 2007; Mumcuoglu 2014). U zvířat se léčba pomocí lékařských pijavek nedoporučuje při akutních infekcích, anémii, diagnostikované hemofilii, výrazné hypotenzi, malnutrici, nekompenzovaném diabetu a pakliže byla diagnostikována alergie na histamin, hirudin, hyaluronidázu či destabilázu. Dále při plísňových onemocněních, onkologických a jiných imunosupresivních onemocnění, septických stavech a u gravitních a laktujících pacientů z důvodu možné infekce a krváčení (Abdisa 2018; Mužík & Zahrádka 2020).



## 4 Závěr

Přestože hirudoterapie doprovází lidstvo již po dlouhá staletí, stále zůstává medicínskou kuriozitou vzbuzující v široké veřejnosti rozpolupné pocity. V minulosti však představovala jednu z hlavních lékařských metod doporučovanou proti široké škále neduhů od zánětlivých onemocnění, přes poruchy kardiovaskulárního systému až ke kuriózním diagnózám, jakou byla například melancholie. Do medicíny ji s největší pravděpodobností zavedl Nincandera z Colophainu, přestože jiné literární zdroje považují za jejího zakladatele alexandrijského anatoma Erasistratose. Na čem se však prameny shodují je nejvýznamnější teoretik a propagátor pouštění žilou – Galén, celým jménem Claudius Galenus. Tento římský lékař vypracoval teorii čtyř základních tělesných šťáv, jimiž byla krev (*sanguis*), sliz (*flegma*), žlutá žluč (*chole*) a černá žluč (*melos*), která ovlivňovala lékařské praktiky ještě dlouho po jeho smrti.

Obliba zákroku s postupem času rostla a vydržela až do 19. století, kdy dosáhla svého největšího vrcholu slávy. V tomto období však musela čelit hned několika překážkám. Omezení exportu pijavic, navýšení jejich prodejní ceny, zavedení daně za sběr a s tím související nemožnost pokrytí stále se zvyšující poptávky po tomto živém všeléku, vzestup nových léčebných metod, perzistující pandemie cholery a dvě světové války, to vše zapříčinilo pád flebotomie, ze kterého se ji podařilo definitivně vzpamatovat až v 70. letech 20. století díky jejímu inovativnímu uplatnění ve všeobecné medicíně a plastické a rekonstrukční chirurgii. Dnes hirudoterapie začíná pronikat i do oborů, kde by její využití bylo dříve nemyslitelné.

V humánní medicíně se lékařské pijavky nejčastěji využívají k léčbě kardiovaskulárních onemocnění, artritid, k podpoře hojení ran, potlačování zánětlivých procesů a při rejekcích transplantátů. Své přívržence si hirudoterapie získává i v oblasti veterinárního lékařství, kde se pijavice hojně aplikují na muskuloskeletární problémy, po transplantacích dermoepidermálních štěpů a přenosu kožních laloků, na chronické rány a různé typy hematomů.

Navzdory vysokému potenciálu a studii podloženým úspěchům i nadále existují určité obavy a omezení, která je potřeba řešit, aby mohla být léčba pijavicemi i v budoucnu součástí alternativních doplňkových metod nabízející rychlé a účinné řešení, pakliže

konvenční terapie selže. V následujících letech by se měl výzkum primárně zaměřit na porozumění mechanismu působení aktivních látek obsažených ve výměškách slinných žláz pijavek rodu *Hirudo*, jelikož právě tam by mohlo dojít k převratným objevům. Kromě toho by mělo být vynaloženo úsilí na zachování divokých populací pijavic, aby byla zajištěna jejich dostupnost pro případ, kdy by se tato skupina živočichů přestala úspěšně rozmnožovat v průmyslových chovných zařízeních. Závěrem je nutno podotknout, že přestože se tato praxe může zdát zastaralá, nelze pijavicím upřít jejich prokázané léčebné účinky, kterým nám již od starověku zlepšují život a ulevují od bolestí.

## 5 Seznam použité literatury

- ABDISA, Tagesu, 2018. Therapeutic importance of Leech and its impact in domestic animals. *MOJ Drug Design Development & Therapy* [online]. **2**(6), 235-242 [cit. 2024-04-11]. Dostupné z: doi:10.15406/mojddt.2018.02.00068
- ABDUALKADER, A. M., A. M. GHAWI, M. ALAAMA, M. AWANG a A. MERZOUK, 2013. Leech Therapeutic Applications, 2013. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences* [online]. **75**(2), 127-137 [cit. 2023-08-02]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3757849/>
- ABDULLAEVA, AI, AG PRITYKO, PA VORONIN a EG MIKHAILOVA, 2020. Analysis of leech therapy effects in patients with chronic apical periodontitis. *Bulletin of Russian State Medical University* [online]. 2020-6-30, ((3)2020), 83-85 [cit. 2024-04-14]. ISSN 25421204. Dostupné z: doi:10.24075/brsmu.2020.028
- AMANI, Leili, Fatemeh FADAEI, Mohammadreza Shams ARDAKANI, Mehran Mirabzadeh ARDAKANI, Seyede Nargess Sadati LAMARDI a Laila SHIRBEIGI, 2020. Leech therapy in skin conditions from the viewpoints of Avicenna and modern medicine: Historical review, current applications, and future recommendations. *Iranian Journal of Dermatology* [online]. **23**(4), 168-175 [cit. 2024-04-15]. Dostupné z: doi:10.22034/ijd.2020.224195.1053
- ARABACI, Büşra, 2023. ‘Pearls’ of the nineteenth-century: from therapeutic actors to global commodities medicinal leeches in the Ottoman Empire. *Medical History* [online]. **67**(2), 128-147 [cit. 2023-09-25]. ISSN 0025-7273. Dostupné z: doi:10.1017/mdh.2023.17
- AX, Peter, 2000. Rhynchobdellida — Arhynchobdellida. *Multicellular Animals* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 72-76 [cit. 2023-07-22]. ISBN 978-3-642-08681-6. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-662-10396-8\_18
- BASKOVA, I. P. a G. I. NIKONOV, 1985. Destabilase: an enzyme of medicinal leech salivary gland secretion hydrolyzes the isopeptide bonds in stabilized fibrin. *Biokhimiia* [online]. **50**(3), 424-431 [cit. 2023-08-02]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3922436/>
- BASKOVA, Isolda P., Alexander N. KOROSTELEV, Lidiya D. CHIRKOVA, Ludmila L. ZAVALOVA, Angelica V. BASANOVA a Christian DOUTREMEPUICH, 1997. Piyavit from the Medicinal Leech Is a New Orally Active Anticoagulating and Antithrombotic Drug. *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis* [online]. **3**(1), 40-45 [cit. 2024-04-11]. ISSN 1076-0296. Dostupné z: doi:10.1177/107602969700300106
- BATTIN, Alexander O., Natalie HOBEIKA a Matthew J. ZDILLA, 2023. Systematic review of medicinal leech therapy in urology. *African Journal of Urology* [online]. **29**(1) [cit. 2024-04-15]. ISSN 1961-9987. Dostupné z: doi:10.1186/s12301-023-00351-9
- BIOPHARM LEECHES, 2011. *VETERINARY LEECH THERAPY: LEECH THERAPY IN VETERINARY MEDICINE INFORMATION BROCHURE* [online]. Dostupné také z: [https://www.biopharm-leeches.com/uploads/1/2/6/2/12624111/brochure\\_2.pdf](https://www.biopharm-leeches.com/uploads/1/2/6/2/12624111/brochure_2.pdf)
- BIOPHARM LEECHES. Maintenance for Veterinary Leeches. In: *Biopharm Leeches* [online]. © 2024 [cit. 2024-03-04]. Dostupné z: <https://www.biopharm-leeches.com/maintenance--products.html>
- BLANKENSHIP, Dale T., Robert G. BRANKAMP, George D. MANLEY a Alan D. CARDIN, 1990. Amino acid sequence of ghilanten: Anticoagulant-antimetastatic principle of the south American leech, *Haementeria ghilianii*. *Biochemical and Biophysical Research*

*Communications* [online]. **166**(3), 1384-1389 [cit. 2024-04-13]. ISSN 0006291X. Dostupné z: doi:10.1016/0006-291X(90)91020-S

BRAY, Freddie, Mathieu LAVERSANNE, Hyuna SUNG, Jacques FERLAY, Rebecca L. SIEGEL, Isabelle SOERJOMATARAM a Ahmedin JEMAL, 2024. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians* [online]. [cit. 2024-04-13]. ISSN 0007-9235. Dostupné z: doi:10.3322/caac.21834

*Breeding method of leeches* [online]. 安徽冠禅生物科技有限公司. [cit. 2024-03-25]. China. CN104542496A. Přihlášeno 2014-11-28. Uděleno 2015-04-29. Dostupné z: <https://patents.google.com/patent/CN104542496A/en#citedBy>

BULLING, B., 2010. *The treatment of thrombophlebitis with medical leeches* [online]. [cit. 2024-04-11]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/295125517\\_The\\_treatment\\_of\\_thrombophlebitis\\_with\\_medical\\_leeches](https://www.researchgate.net/publication/295125517_The_treatment_of_thrombophlebitis_with_medical_leeches)

BUNDESINSTITUT FÜR ARZNEIMITTEL UND MEDIZINPRODUKTE, 2007. *Mitteilung zu Blutegel in der Humanmedizin: Leitlinie zur Sicherung von Qualität und Unbedenklichkeit* [online]. Dostupné také z: [https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Arzneimittel/Pharmakovigilanz/Service/mitteil/mittl\\_blutegel.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Arzneimittel/Pharmakovigilanz/Service/mitteil/mittl_blutegel.pdf?__blob=publicationFile)

BURRELL, Brian D., 2017. Leech Mechanosensation. *Oxford Research Encyclopedia of Neuroscience* [online]. [cit. 2023-08-05]. Dostupné z: doi:10.1093/acrefore/9780190264086.013.179

C.R, Swathy, P.K.V ANAND a Rahul H, 2023. *Leech Farming: An Overview Over Leech Breeding and Multiplication* [online]. **06**(07), 63-66 [cit. 2024-03-20]. ISSN 2581785X. Dostupné z: doi:10.47223/IRJAY.2023.6709

Cardiovascular. *Arizona Leech Therapy* [online]. 2024 [cit. 2024-04-11]. Dostupné z: <https://arizonaleechtherapy.com/cardiovascular-leech-therapy/>

Co je to Barber Pole? In: BARBERCO. *BarberCo* [online]. © 2023 [cit. 2023-09-03]. Dostupné z: <https://barberco.cz/blog/post/co-je-to-barber-pole>

CURCIO, Janine a Christopher M LLOYD, 2020. Leech Me Alone! Atraumatic Hemarthrosis after Hirudotherapy. *Cureus* [online]. [cit. 2024-04-15]. ISSN 2168-8184. Dostupné z: doi:10.7759/cureus.6915

DAVIS, Joseph A., Aliza T. BROWN, Tarek ALSHAFIE, Lionel A. POIRIER, Carlos P. CRUZ, Yunfang WANG, John F. EIDT a Mohammed M. MOURSI, 2004. Saratin (an inhibitor of platelet-collagen interaction) decreases platelet aggregation and homocysteine-mediated postcarotid endarterectomy intimal hyperplasia in a dose-dependent manner. *The American Journal of Surgery* [online]. **188**(6), 778-785 [cit. 2023-08-02]. ISSN 00029610. Dostupné z: doi:10.1016/j.amjsurg.2004.08.061

DAVOODI, Farshid, Shayan TAHERI, Abbas RAISI, Asghar RAJABZADEH, Amir ZAKIAN, Mohammad Hassan HABLOLVARID a Hassan AHMADVAND, 2021. Leech therapy (*Hirudo medicinalis*) attenuates testicular damages induced by testicular ischemia/reperfusion in an animal model. *BMC Veterinary Research* [online]. **17**(1) [cit. 2024-04-15]. ISSN 1746-6148. Dostupné z: doi:10.1186/s12917-021-02951-5

DEGANČ, M. a F. ZDRAVIČ, 1960. Venous congestion of flaps treated by application of leeches. *British Journal of Plastic Surgery* [online]. **13**, 187-192 [cit. 2024-04-12]. ISSN 00071226. Dostupné z: doi:10.1016/S0007-1226(60)80036-7

Dental Leeches: Hirudotherapy for Dental Issues. In: *Arizona Leech Therapy* [online]. 2024 [cit. 2024-04-13]. Dostupné z: <https://arizonaleechtherapy.com/dental-leech-therapy/>

DUDHREJIYA, Ashvin V, Shivangi B PITHADIYA, Ashok B PATEL, Amitkumar J VYAS, Ajay I PATEL a Dhruvansi A GOL, 2023. Medicinal leech therapy and related case study: Overview in current medical field. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* [online]. **12**(1), 21-31 [cit. 2024-04-14]. Dostupné z: doi:phyto.2023.v12.i1a.14543

DWIVEDI, Amarprakash, Pathrikar ANAYA, Navale SHIVRAJ a Mohapatra BIBEK, 2022. Management of frozen shoulder by leech therapy and adjuvant phytotherapy. *International journal of health sciences* [online]. 2022-07-31, 435-445 [cit. 2024-04-22]. ISSN 2550-696X. Dostupné z: doi:10.53730/ijhs.v6nS6.9988

ELLIOTT, Ellen J., 1986. Chemosensory stimuli in feeding behavior of the leech *Hirudo medicinalis*. *Journal of Comparative Physiology A* [online]. **159**(3), 391-401 [cit. 2023-08-05]. ISSN 0340-7594. Dostupné z: doi:10.1007/BF00603984

ELLIOTT, J. Malcolm a Ulrich KUTSCHERA, 2011. Medicinal Leeches: Historical use, Ecology, Genetics and Conservation. *Freshwater Reviews* [online]. **4**(1), 21-41 [cit. 2023-07-24]. ISSN 1755-084X. Dostupné z: doi:10.1608/FRJ-4.1.417

EYE OF SCIENCE. Coloured SEM of the teeth of a medicinal leech. In: *Science Photo Library* [online]. 2024 [cit. 2024-04-21]. Dostupné z: <https://www.sciencephoto.com/media/366735/view>

FLANNERY, Michael. Avicenna. *Encyclopaedia Britannica* [online]. May 2023 [cit. 2023-08-16]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/topic/Islamic-philosophy>

FLINTS, 2022. A Heurteloup Scarificator and Artificial Leech. In: *Flints* [online]. [cit. 2024-04-21]. Dostupné z: <https://flints.blob.core.windows.net/stock/18659-1.jpg?v=63803086314763>

Genital Leeches: Hirudotherapy in Gynecology. In: *Arizona Leech Therapy* [online]. 2024 [cit. 2024-04-14]. Dostupné z: <https://arizonaleechtherapy.com/genital-leech-therapy/>

*Ghilanten: antimetastatic principle from the south american leech, haementeria ghilianii* [online]. [cit. 2024-04-13]. EU. EP0404055B1. Přihlášeno 1990-06-19. Uděleno 1994-03-02. Dostupné z: <https://patents.google.com/patent/EP0404055B1/ko>

GILEVA, Olga S. a Kosta Y. MUMCUOGLU, 2013. Hirudotherapy. In: GRASSBERGER, Martin, Ronald A. SHERMAN, Olga S. GILEVA, Christopher M.K. KIM a Kosta Y. MUMCUOGLU. *Biotherapy - History, Principles and Practice*. Springer Dordrecht, s. 31-76. ISBN 978-94-007-6585-6.

GREENSTONE, Gerry, 2010. The history of bloodletting. *BC Medical Journal* [online]. **52**(1), 12-14 [cit. 2023-09-11]. Dostupné z: <https://bcmj.org/premise/history-bloodletting>

HERLIN, C., N. BERTHEUIL, F. BEKARA, F. BOISSIERE, R. SINNA a B. CHAPUT, 2017. Leech therapy in flap salvage: Systematic review and practical recommendations. *Annales de Chirurgie Plastique Esthétique* [online]. **62**(2), e1-e13 [cit. 2024-04-12]. ISSN 02941260. Dostupné z: doi:10.1016/j.anplas.2016.06.004

HIPPOCRATES, J. CHADWICK a W. N. MANN, LLOYD, G. E. R., ed., 1984. *Hippocratic writings*. Penguin Classics. ISBN 978-0140444513.

*Hirudin for the inhibition of cancer metastasis* [online]. [cit. 2024-04-13]. USA. EP0503829A2. Přihlášeno 1992-03-04. Uděleno 1992-09-16. Dostupné z: <https://patents.google.com/patent/EP0503829A2/en>

History of Leech Therapy. *Arizona Leech Therapy* [online]. 2023 [cit. 2023-08-10]. Dostupné z: <https://arizonaleechtherapy.com/history/>

HOVINGH, Peter a Alfred LINKER, 1999. Hyaluronidase activity in leeches (Hirudinea). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology* [online]. **124**(3), 319-326 [cit. 2023-08-02]. ISSN 10964959. Dostupné z: doi:10.1016/S0305-0491(99)00128-5

CHEN-JING, Ma, Li XIAN a Chen HANG, 2021. Research progress in the use of leeches for medical purposes. *Traditional Medicine Research* [online]. TMR Publishing Group [cit. 2023-08-16]. ISSN 2413-3973. Dostupné z: doi:10.12032/TMR20200207159

CHUMCHALOVÁ, Magdalena, 2006. Anatomická ilustrace 4. (Vědecká anatomie v renesanci). *ŽIVA* [online]. **2006**(4), 189-92 [cit. 2023-08-25]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/anatomicka-ilustrace-4-vedecka-anatomie-v-renesanc.pdf>

JELLIES, John, 2014a. Detection and selective avoidance of near ultraviolet radiation by an aquatic annelid: the medicinal leech. *The Journal of Experimental Biology* [online]. **217**(6), 974-985 [cit. 2023-08-05]. Dostupné z: <https://journals.biologists.com/jeb/article/217/6/974/13054/Detection-and-selective-avoidance-of-near>

JELLIES, John, 2014b. Which way is up? Asymmetric spectral input along the dorsal–ventral axis influences postural responses in an amphibious annelid. *Journal of Comparative Physiology A* [online]. **200**(11), 923-938 [cit. 2023-08-05]. ISSN 0340-7594. Dostupné z: doi:10.1007/s00359-014-0935-x

KALENDER, Mehmet Emin, Gazi COMEZ, Alper SEVINC, Ahmet DIRIER a Celalettin CAMCI, 2010. Leech Therapy for Symptomatic Relief of Cancer Pain. *Pain Medicine* [online]. 2010-03-01, **11**(3), 443-445 [cit. 2024-04-13]. ISSN 1526-2375. Dostupné z: doi:10.1111/j.1526-4637.2010.00800.x

KELLY, Kate, 2009. *The History of Medicine (Old World and New: Early Medical Care, 1700-1840)*. Facts on File. ISBN 0816072086.

KENARI, Hoorieh Mohammadi, Gholamreza KORDAFSHARI a Maryam MOGHIMI, 2020. Treatment of Chronic Acne by Persian Medicine (Temperament Modification plus Leech Therapy): A Case Report. *Traditional and Integrative Medicine* [online]. 2020-04-15 [cit. 2024-04-15]. ISSN 2476-5112. Dostupné z: doi:10.18502/tim.v5i1.2667

KERMANIAN, Celine S., Nicole J. BUOTE a Philip J. BERGMAN, 2022. Medicinal Leech Therapy in Veterinary Medicine: A Retrospective Study. *Journal of the American Animal Hospital Association* [online]. 2022-11-01, **58**(6), 303-308 [cit. 2024-04-13]. ISSN 1547-3317. Dostupné z: doi:10.5326/JAAHA-MS-7146

KONYRTAEVA, N N, A M GRJIBOVSKI, G K KAUSOVA, V A ZHERNOV a Zh A KALMATAEVA, 2015. LEECH THERAPY IN TREATMENT OF CARDIOVASCULAR DISEASES. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)* [online]. 2015-06-15, **22**(6), 57-64 [cit. 2024-04-11]. ISSN 1728-0869. Dostupné z: doi:10.17816/humeco17018

KRETZ, John R., Gunther S. STENT a William B. KRISTAN, 1976. Photosensory input pathways in the medicinal leech. *Journal of comparative physiology* [online]. **106**(1), 1-37 [cit. 2023-08-05]. ISSN 0340-7594. Dostupné z: doi:10.1007/BF00606569

KUMAR, Syal, Gustav J. DOBOS a Thomas RAMPP, 2013. *Clinical Significance of Leech Therapy in Indian Medicine* [online]. **18**(2), 152-158 [cit. 2024-03-29]. ISSN 2156-5872. Dostupné z: doi:10.1177/2156587212466675

KUO, Dian-Han a Yi-Te LAI, 2019. *On the origin of leeches by evolution of development* [online]. **61**(1), 43-57 [cit. 2023-07-25]. ISSN 0012-1592. Dostupné z: doi:10.1111/dgd.12573

LARI, Abuzar, Zaid IQBAL, Mohammad TAUSIF a Mussarat ALI, 2021. MANAGEMENT OF GHANGRANA (DRY GANGRENE) BY IRSAL-E-ALAQ (LEECH THERAPY) - A CASE STUDY. *Indian Journal of Unani Medicine* [online]. **14**(1) [cit. 2024-04-15]. ISSN 0974-6056. Dostupné z: doi:10.53390/ijum.v14i1.9

LE MARREC-CROQ, Françoise, Francesco DRAGO, Jacopo VIZIOLI, Pierre-Eric SAUTIÈRE a Christophe LEFEBVRE, 2013. The Leech Nervous System: A Valuable Model to Study the Microglia Involvement in Regenerative Processes. *Clinical and Developmental Immunology* [online]. **2013**, 1-12 [cit. 2023-08-03]. ISSN 1740-2522. Dostupné z: doi:10.1155/2013/274019

LEMKE, Sarah a Andreas VILCINSKAS, 2020. European Medicinal Leeches—New Roles in Modern Medicine. *Biomedicines* [online]. **8**(5) [cit. 2023-07-26]. ISSN 2227-9059. Dostupné z: doi:10.3390/biomedicines8050099

LIU, Sai-Ji, Yi-Ling CAO a Chun ZHANG, 2024. Hirudin in the Treatment of Chronic Kidney Disease. *Molecules* [online]. **29**(5) [cit. 2024-03-04]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules29051029

LIU, Sai-Ji, Yi-Ling CAO a Chun ZHANG, 2024. Hirudin in the Treatment of Chronic Kidney Disease. *Molecules* [online]. **29**(5) [cit. 2024-04-14]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules29051029

MACAGNO, E. R., 1980. Number and distribution of neurons in leech segmental ganglia. *Journal of Comparative Neurology* [online]. 1980-03-15, **190**(2), 283-302 [cit. 2023-08-03]. ISSN 0021-9967. Dostupné z: doi:10.1002/cne.901900206

MALTZ, Michele A., Lindsey BOMAR, Pascal LAPIERRE, Hilary G. MORRISON, Emily Ann MCCLURE, Mitchell L. SOGIN a Joerg GRAF, 2014. Metagenomic analysis of the medicinal leech gut microbiota. *Frontiers in Microbiology* [online]. 2014-04-17, **5** [cit. 2023-08-02]. ISSN 1664-302X. Dostupné z: doi:10.3389/fmicb.2014.00151

MANZOOR, Ahmed, 2021. *Leech Therapy & Modern Surgery*. Zorba Books. ISBN 9789390640201. MARCO, Stefania Di a John P PRIESTLE, 1997. Structure of the complex of leech-derived tryptase inhibitor (LDTI) with trypsin and modeling of the LDTI–trypsin system. *Structure* [online]. **5**(11), 1465-1474 [cit. 2023-08-02]. ISSN 09692126. Dostupné z: doi:10.1016/S0969-2126(97)00296-7

MARON, Dina Fine. A bloody 19th-century health craze almost drove these creatures extinct. In: *National Geographic* [online]. © 2015-2024 [cit. 2024-02-21]. Dostupné z: <https://www.nationalgeographic.com/premium/article/leech-blood-health-craze-extinct>

MARTUCCI, Jessica. Medicinal Leeches and Where to Find Them. In: *Science History Institute Museum & Library* [online]. [cit. 2023-09-25]. Dostupné z: <https://www.sciencehistory.org/stories/magazine/medicinal-leeches-and-where-to-find-them/>

MEHLHORN, Heinz, 2016. *Animal Parasites: Diagnosis, Treatment, Prevention*. Switzerland: Springer International Publishing. ISBN 978-3-319-46402-2.

MERZOUK, Ahmed, Abbas Mohammad GHAWI, Abdualrahman Mohammed ABDUALKADER a Abubakar Danjuma ABDULLAHI, 2012. Anticancer Effects of Medical Malaysian Leech Saliva Extract (LSE). *Pharmaceutica Analytica Acta* [online]. **s15**(01) [cit. 2024-04-13]. ISSN 21532435. Dostupné z: doi:10.4172/2153-2435.S15-001

MICHALSEN, Andreas, Manfred ROTH a Gustav DOBOS, 2007. *Medicinal Leech Therapy*. USA: Thieme New York. ISBN 978-3-13-143581-1.

MICHALSEN, Andreas, Stefanie KLOTZ, Rainer LDTKE, Susanne MOEBUS, Gnther SPAHN a Gustav J. DOBOS, 2003. Effectiveness of Leech Therapy in Osteoarthritis of the Knee. *Annals of Internal Medicine* [online]. 2003-11-04, **139**(9) [cit. 2024-04-14]. ISSN 0003-4819. Dostupné z: doi:10.7326/0003-4819-139-9-200311040-00006

MLADINIC, M., K. J. MULLER a J. G. NICHOLLS, 2009. Central nervous system regeneration: from leech to opossum. *The Journal of Physiology* [online]. 2009-06-15, **587**(12), 2775-2782 [cit. 2023-08-03]. ISSN 0022-3751. Dostupné z: doi:10.1113/jphysiol.2009.169938

MOSCOW EYE CLINIC. Hirudotherapy (Leech therapy). In: *MOSCOW EYE CLINIC* [online]. © 2024 [cit. 2024-03-28]. Dostupné z: <https://en.mgkl.ru/uslugi/hirudotherapy>

MULLER, Ralph, 2001. *Worms and Human Disease*. 2nd edition. UK: CABI Publishing. ISBN 0-85199-516-0.

MUMCUOGLU, Kosta Y., 2014. Recommendations for the Use of Leeches in Reconstructive Plastic Surgery. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* [online]. **2014**, 1-7 [cit. 2024-04-16]. ISSN 1741-427X. Dostupné z: doi:10.1155/2014/205929

MUNSHI, Younis, Irfat ARA, Huma RAFIQUE a Zahoor AHMAD, 2008. Leeching in the History-A Review. *Pakistan Journal of Biological Sciences* [online]. 2008-6-15, **11**(13), 1650-1653 [cit. 2023-08-10]. ISSN 10288880. Dostupné z: doi:10.3923/pjbs.2008.1650.1653

MUNSHI, Younis, Irfat ARA, Huma RAFIQUE a Zahoor AHMAD, 2008. Leeching in the History-A Review. *Pakistan Journal of Biological Sciences* [online]. 2008-6-15, **11**(13), 1650-1653 [cit. 2023-09-11]. ISSN 10288880. Dostupné z: doi:10.3923/pjbs.2008.1650.1653

MUŽÍK, Pavel a František ZAHŘÁDKA, 2020. *Praktické zkušenosti s použitím hirudoterapie u aortální tromboembolie koček* [online]. Dostupné také z: <https://www.vedilab.cz/file.php?nid=17995&oid=7835980>

NGUYEN, Marilyn Q., Melissa A. CROSBY, Roman J. SKORACKI a Matthew M. HANASONO, 2012. Outcomes of flap salvage with medicinal leech therapy. *Microsurgery* [online]. **32**(5), 351-357 [cit. 2024-04-12]. ISSN 0738-1085. Dostupné z: doi:10.1002/micr.21960

NOWICKI, A, J JAWORSKA a W BARANSKI, 2021. Leech therapy in the treatment of a penile haematoma in a stallion. *Veterinární medicína* [online]. 2021-6-30, **66**(6), 266-271 [cit. 2024-04-15]. ISSN 03758427. Dostupné z: doi:10.17221/163/2020-VETMED



- OKKA, Berrin, 2013. Hirudotherapy from Past to Present. *European Journal of Basic Medical Sciences* [online]. **3**(3), 61-65 [cit. 2023-08-10]. ISSN 21491895. Dostupné z: doi:10.21601/ejbms/9204
- ÖZKAYA, Dilek, 2023. Keratitis following leech therapy for periocular eczematous dermatitis: a case report. *BMC Complementary Medicine and Therapies* [online]. **23**(1) [cit. 2024-04-14]. ISSN 2662-7671. Dostupné z: doi:10.1186/s12906-022-03613-1
- PAPAVRAMIDOU, N. a H. CHRISTOPOULOU-ALETRA, 2009. Medicinal use of leeches in the texts of ancient Greek, Roman and early Byzantine writers. *Internal Medicine Journal* [online]. **39**(9), 624-627 [cit. 2023-08-10]. ISSN 1444-0903. Dostupné z: doi:10.1111/j.1445-5994.2009.01965.x
- ROSNER, F., 1999. The medicinal leech in Jewish writings. *The Israel Medical Association Journal* [online]. **1**(4), 296-298 [cit. 2023-08-16]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10731373/>
- SAWYER, Roy T., 1986. *Leech Biology and Behaviour*. Volume II Feeding, Biology, Ecology and Systematics. Oxford University Press. ISBN 0198576226.
- SCIENCE KIT, 2008. Freshwater Leech. In: *Science Kit* [online]. [cit. 2024-03-28]. Dostupné z: [https://media.vwr.com/emdocs/docs/scied/Freshwater\\_Leeches.pdf](https://media.vwr.com/emdocs/docs/scied/Freshwater_Leeches.pdf)
- SEEMÜLLER, U., M. EULITZ, H. FRITZ a A. STROBL, 1980. Structure of the elastase-cathepsin G inhibitor of the leech *Hirudo medicinalis*. *Hoppe Seylers Z Physiol Chem.* [online]. **361**(12), 1841-6 [cit. 2023-08-02]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6906312/>
- SEPASKHAH, Mozhdeh, Nazafarin YAZDANPANAHA, Fatemeh SARI ASLANI a Mojgan AKBARZADEH JAHROMI, 2020. Cutaneous Pseudolymphoma As a Rare Adverse Effect of Medicinal Leech Therapy: A Case Report and Review of the Literature. *Cureus* [online]. [cit. 2024-04-14]. ISSN 2168-8184. Dostupné z: doi:10.7759/cureus.7517
- SHARMA, Monika a C. D. JAGDHANE, 2020. ROLE OF LEECH THERAPY TO ENCOUNTER HEEL PAIN IN ASSOCIATED CONDITIONS OF RETROCALCANEAL BURSITIS, PLANTAR FASCITIS WITH TENOSYNOVITIS: A CASE STUDY. *World Journal of Pharmaceutical Research* [online]. **9**(11), 686-694 [cit. 2024-04-14]. ISSN 2277– 7105. Dostupné z: doi:10.20959/wjpr202011-18352
- SHIKOV, Evgenii V., 2011. *Haemopsis sanguisuga* (Linnaeus, 1758) (Hirudinea) - the first observation of a leech predation on terrestrial gastropods. *Folia Malacologica* [online]. 2011-6-1, **19**(2), 103-106 [cit. 2023-07-24]. ISSN 1506-7629. Dostupné z: doi:10.2478/v10125-011-0016-5
- SCHIKORSKI, David, Virginie CUVILLIER-HOT, Matthias LEIPPE, Céline BOIDIN-WICHLACZ, Christian SLOMIANNY, Eduardo MACAGNO, Michel SALZET a Aurélie TASIEMSKI, 2008. Microbial Challenge Promotes the Regenerative Process of the Injured Central Nervous System of the Medicinal Leech by Inducing the Synthesis of Antimicrobial Peptides in Neurons and Microglia. *The Journal of Immunology* [online]. 2008-07-15, **181**(2), 1083-1095 [cit. 2024-04-14]. ISSN 0022-1767. Dostupné z: doi:10.4049/jimmunol.181.2.1083
- SINGH, Amrit Pal, 2010. Medicinal leech therapy (Hirudotherapy): A brief overview. *Complementary Therapies in Clinical Practice* [online]. **16**(4), 213-215 [cit. 2023-08-16]. ISSN 17443881. Dostupné z: doi:10.1016/j.ctcp.2009.11.005
- SINGH, Sarvesh Kumar a Kshipra RAJORIA, 2020. Medical leech therapy in Ayurveda and biomedicine – A review. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine* [online]. **11**(4), 554-564 [cit. 2024-03-26]. ISSN 09759476. Dostupné z: doi:10.1016/j.jaim.2018.09.003

SIVACHANDRAN, Parimannan, Rajandas HEERA, Pattabhiraman LALITHA, Manickam RAVICHANDRAN, Shalini SIVADASAN a Kasi MARIMUTHU, 2015. An overview of leech and its therapeutic applications. *Journal of Coastal Life Medicine* [online]. 2015-4-30, **3**(5), 405-413 [cit. 2023-07-22]. ISSN 23095288. Dostupné z: doi:10.12980/JCLM.3.201514J96

SKET, Boris a Peter TRONTELJ, 2008. Global diversity of leeches (Hirudinea) in freshwater. *Hydrobiologia* [online]. (595), 129–137 [cit. 2023-07-22]. Dostupné z: doi:10.1007/s10750-007-9010-8

SMEETS, I. M. G. a I. ENGELBERTS, 1995. *The use of leeches in a case of post-operative life-threatening macroglossia* [online]. **109**(5), 442-444 [cit. 2024-04-13]. ISSN 0022-2151. Dostupné z: doi:10.1017/S0022215100130397

SOBCZAK, Natalia a Magdalena KANTYKA, 2014. Hirudotherapy in veterinary medicine. *Annals of Parasitology* [online]. **60**(2), 89-92 [cit. 2024-04-02]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25115059/>

STRAKOŠOVÁ, Jana a Jana SCHENKOVÁ. Pijavka lékařská (*Hirudo medicinalis* Linnaeus, 1758) – výskyt druhu ve střední Evropě a hledání příčin jeho kritického ohrožení v České republice. In *Zoologické dny Praha 2010 : Sborník abstraktů z konference 11.-12. února 2010*. 2010. ISBN 978-80-87189-07-8.

SUBHASH, Rai, R VIDHYAPRABHA a Surendran DEEPTHI, 2021. Management of Contact Dermatitis by Jaloukavacharana (Leech Therapy): A Case Report. *International Journal of Health Sciences and Research* [online]. **11**(2), 195-199 [cit. 2024-04-14]. Dostupné z: [https://www.ijhsr.org/IJHSR\\_Vol.11\\_Issue.2\\_Feb2021/IJHSR-Abstract.026.html](https://www.ijhsr.org/IJHSR_Vol.11_Issue.2_Feb2021/IJHSR-Abstract.026.html)

TENNANTS AUCTIONEERS, 2023. A Samuel Alcock & Co., Cobridge, Staffordshire Earthenware Pharmacy Leech Jar And Cover. In: *Tennants Auctioneers* [online]. [cit. 2024-04-21]. Dostupné z: <https://tennants.blob.core.windows.net/stock/3028265-1.jpg?v=63818091237673>

U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Product Classification. In: *U.S. Food and Drug Administration* [online]. © 2024-04-08 [cit. 2024-04-10]. Dostupné z: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfPCD/classification.cfm?ID=NRN>

UC MUSEUM OF PALEONTOLOGY UNDERSTANDING EVOLUTION, © 2023. Comparative Anatomy: Andreas Vesalius. *Understanding Evolution Search UE website* [online]. [cit. 2023-08-25]. Dostupné z: <https://evolution.berkeley.edu/the-history-of-evolutionary-thought/pre-1800/comparative-anatomy-andreas-vesalius/>

UGURAL, Bahadır a Ramazan SEREZLI, 2020. Effects of various environments on number of cocoon and offspring in breeding of southern medicinal leech, *Hirudo verbana* Carena, 1820. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* [online]. 2020-9-15, **37**(3), 207-211 [cit. 2024-03-26]. ISSN 21483140. Dostupné z: doi:10.12714/egejfas.37.3.01

USD BIOLOGY. Human leech nervous system comparison. In: *USD Biology* [online]. 2024 [cit. 2024-04-21]. Dostupné z: <http://www.usdbiology.com/cliff/Courses/Behavioral%20Neuroscience/Leech/Leechfigs/Human-leech-nervous-system-comparison.png>

*Use of extract of leeches as anti-bacterial agent* [online]. [cit. 2024-04-14]. US. US20120251625A1. Přihlášeno 2010-10-15. Uděleno 2012-10-04. Dostupné z: <https://patents.google.com/patent/US20120251625A1/en>

UTEVSKY, S., M. ZAGMAJSTER a P. TRONTELJ, 2014. European Medicinal Leech. *The IUCN Red List of Threatened Species* [online]. [cit. 2024-02-15]. Dostupné z: <https://www.iucnredlist.org/species/10190/21415816>

VLAAMS INSTITUUT VOOR DE ZEE, 2006. IRMNG taxon details Hirudinidae. *Interim Register of Marine and Nonmarine Genera* [online]. [cit. 2024-01-10]. Dostupné z: <https://www.irmng.org/aphia.php?p=taxdetails&id=109179>

VOLF, Petr a Petr HORÁK, 2007. *Paraziti a jejich biologie*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-008-9.

WAGENAAR, Daniel A., 2015. A classic model animal in the 21st century: recent lessons from the leech nervous system. *Journal of Experimental Biology* [online]. 2015-11-01, **218**(21), 3353-3359 [cit. 2023-08-03]. ISSN 1477-9145. Dostupné z: doi:10.1242/jeb.113860

WEST, John B., 2014. Galen and the beginnings of Western physiology. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology* [online]. 2014-07-15, **307**(2), L121-L128 [cit. 2023-08-12]. ISSN 1040-0605. Dostupné z: doi:10.1152/ajplung.00123.2014

WHITAKER, I.S, J RAO, D IZADI a P.E BUTLER, 2004. Historical Article: *Hirudo medicinalis*: ancient origins of, and trends in the use of medicinal leeches throughout history: *Hirudo medicinalis*. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* [online]. **42**(2), 133-137 [cit. 2023-08-10]. ISSN 02664356. Dostupné z: doi:10.1016/S0266-4356(03)00242-0

WHITAKER, Iain S., Omar OBOUMARZOUK, Warren M. ROZEN, Naghmeh NADERI, S.P. BALASUBRAMANIAN, Ernest A. AZZOPARDI a Moshe KON, 2012. The efficacy of medicinal leeches in plastic and reconstructive surgery: A systematic review of 277 reported clinical cases. *Microsurgery* [online]. **32**(3), 240-250 [cit. 2024-04-12]. ISSN 0738-1085. Dostupné z: doi:10.1002/micr.20971

WILKINSON, Joyce M. a Richard E. COGGESHALL, 1976. The connective tissue coverings of leech peripheral nerves: Anatomical evidence for the absence of cerebrospinal fluid in the leech. *Journal of Comparative Neurology* [online]. **170**(3), 381-389 [cit. 2023-08-03]. ISSN 0021-9967. Dostupné z: doi:10.1002/cne.901700308

WORDSWORTH, William. Resolution and Independence. In: *Poetry Foundation* [online]. © 2023 [cit. 2023-09-11]. Dostupné z: <https://www.poetryfoundation.org/poems/45545/resolution-and-independence>

Literatura byla generována pomocí volně dostupného citačního manažeru Citace PRO

<https://www.citacepro.com/>.

