CHOVÁNÍ HUMINOVÝCH LÁTEK PŘI EXPOZICI PACIENTA CELOTĚLOVÉ KOUPELI

The behaviour of humic substances in a patient's exposure to the whole-body bath

Brigita Janečková[1], Miroslava Člupková[2], Hana Kalová[1, 3], Věra Vlachová[4], Jan Langhans[5], Miroslav Verner[6], Vladimír Kostka[7], Petr Petr[1, 8]

[1]Nemocnice České Budějovice, a. s., Pracoviště klinické farmakologie
[2]Nemocnice Dačice, a. s.
[3]Nadační fond EMA (European Medical Agency)
[4]Bertiny lázně Třeboň, s. r. o.
[5]Povodí Vltavy, Laboratoře České Budějovice
[6]Centrální laboratoře Nemocnice České Budějovice, a. s.
[7]Střední průmyslová škola stavební České Budějovice
[8]Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, katedra klinických a preklinických oborů

Summary

Humic substances represent the essence of the chemical impact of peloid baths, e.g. baths in peat and mud, and eventually in their extracts. This chemical effect is beneficially associated with flotation, compressive and thermic effects. Whether, and at which level the transition of humic substances has an effect on the patient's body, has been a subject of an ongoing debate for years. In this context, the importance of the application of the bath temperature, the degree of ionization and current pH are all highlighted. In a simple formula, we have followed the behaviour of humic substances to the the patient's exposure to the whole-body bath. The concentration of humic substances in the bath was monitored after the addition of 100 ml of aqueous extract containing 54 g/l placed into the bath with warm water (38 °C), with or without a patient/client. 250 ml samples were taken at the following time intervals 0 = start, 15 min., 20 min. and 30 min. After making adjustments for evaporation, the concentrations of humic substances in samples from the baths with or without a patient/client, were compared. The concentration differences were recalculated per 1 m^2 of the body surface of the exposed person. The results lead us to the assumption that in a selected system it can be expected that the concentrations decrease (and therefore likely extraction to the skin of an exposed person) by 4 mg/m^2 of the body surface of the exposed person. Expressed quantitatively, it is a minimum of 477.27 mg/m^2 of the body surface of an exposed person.

Key words: *peloids – peloid extracts – humic substances – transfer of humic substances to human organism*

Souhrn

Huminové látky představují podstatu chemického účinku peloidních koupelí, tedy koupelí v rašelině, slatině, případně v jejich extraktech. Tento chemický účinek se blahodárně spojuje s účinkem flotačním, kompresivním a termickým. Zda a případně v jakém stupni dochází k přechodu huminových látek do těla pacienta, je předmětem léta trvající diskuse. V této souvislosti se zdůrazňuje

Submitted: 2014-02-26 • Accepted: 2014-03-18 • Published online: 2014-12-31
PREVENCE ÚRAZŮ, OTRAV A NÁSILÍ: 10/2: 164–168 • ISSN 1801-0261 (Print) • ISSN 1804-7858 (Online)

význam teploty aplikační koupele, stupně ionizace a aktuálního pH. V jednoduchém uspořádání jsme sledovali chování huminových látek při expozici pacienta celotělové koupeli. Koncentrace huminových látek v koupeli byla sledována po přidání 100 ml vodného extraktu s obsahem 54 g/l do vany s teplou vodou (38 °C), a to bez pacienta/klienta a s pacientem/klientem. Vzorky 250 ml byly odebrány v časech 0 = start, 15 min., 20 min. a 30 min. Po provedení korekce koncentrací na evaporaci byly srovnány koncentrace huminových látek ve vzorcích z vany bez pacienta/klienta a s pacientem/klientem. Získané rozdíly koncentrací byly přepočteny na 1 m^2 tělesného povrchu exponované osoby. Výsledky vedou k předpokladu, že ve zvoleném uspořádání lze očekávat pokles koncentrací (a tedy pravděpodobnou extrakci do kůže exponované osoby) o 4 mg/m^2 povrchu těla exponované osoby. Množstevně vyjádřeno jde o minimálně 477,27 mg/m^2 povrchu těla exponované osoby.

Klíčová slova: *peloidy – peloidní extrakty – huminové látky – transfer huminových látek do organismu*

ÚVOD

Huminové látky jsou hlavním chemickým činitelem při léčebné aplikaci peloidů (Ascheim, Holweg, 1933; Taugner, 1963; Brožek, 1981; Flaig et al., 1988; Amosova et al., 1990; Jurcsik, 1994; Iubitskaya, Ivanov, 1999; Petr, 2004; Kloecking, Helbig, 2005; Petr a kol., 2009, 2012). Jejich místo v systému fyzikální terapie zcela nově uvádí PhDr. Marek Zeman, Ph.D. (2013). Místo huminových látek v ekologických systémech a jejich ekotoxikologické aspekty podrobně popisuje Bittner (2007). Vliv peloidů a huminových látek na kvalitu života při balneologických intervencích popisuje Petr (2004).

Vstup huminových látek do cílové tkáně je v experimentálním uspořádání *in vitro* (Vašková et al., 2011) nebo *in vivo* s použitím nižších organismů rostlinných i živočišných předpokládán a nevyvolává otázky ani diskusi (Schultz, 1962; Boland, 1995; Schneider et al., 1996; Höss et al., 2002; Steinberg et al., 2004).

Otázky vyvolává a diskusi podněcuje možnost přestupu huminových látek z peloidu do organismu u vyšších organismů, zejména u člověka (Schultz, 1962; Taugner, 1963; Brožek, 1981; Flaig et al., 1988; Kolarik, 1988; Amosova et al., 1990; Mesrogli et al., 1991; Jurcsik, 1994; Bellometti et al., 1997; Iubitskaya, Ivanov, 1999; Kloecking, Helbig, 2005; Jandová, 2008, 2010; Vačkářová, 2011; Petr a kol., 2012; Zezulková, 2012). Poctivý, leč poněkud provokativní výrok prof. dr. Renaty Kloeckingové, že totiž *„… otázka, zda a v jakém stupni dochází k transferu huminových látek do pacienta během peloidní koupele, čeká stále na svoji odpověď"* vedl autory k pokusu o nalezení takového experimentálního uspořádání, které by napomohlo při pokusech nalézt odpověď na tuto otázku (Kloecking, Helbig, 2005).

METODA SLEDOVÁNÍ

Sledování u aplikace na člověka

Zdravý dobrovolník, muž, s povrchem těla (BSA – Body Surface Area) 2,2 m^2 byl umístěn do nerezové vany s obsahem 150 l vody s přídavkem 100 ml vodného extraktu rašeliny s koncentrací 54 g/l = 54 000 mg/l. Vsádka přísadové koupele činila 5 400 mg. Teplota vzduchu v místnosti byla na úrovni horního okraje aplikační vany, tzn. 28 °C. Teplota vody v lázni byla 39 °C. V časech 0 minut, 15 minut, 20 minut a 30 minut byly odebrány směsné vzorky 250 ml do vzorkovnice 380 ml se šroubovacím uzávěrem. Vzorky byly uchovávány v lednici/chladničce při teplotě 4 °C a byly transportovány následující den (automobilem-kurýrem) do analytické laboratoře. Koncentrace huminových látek (HL) byla stanovena v mg/l (UV absorbance při 254 nm).

Sledování kontrolního uspořádání, bez aplikace na člověka

V téže vaně bylo rozpuštěno 100 ml vodného extraktu s obsahem 5 400 mg HL při koncentraci 54 g/l = 54 000 mg/l. Ostatní podmínky sledování byly stejné jako při sledování u aplikace na člověka (zásada *conditiones ceteris paribus*).

VÝSLEDKY

Při aplikaci u člověka shledáváme:

Čas	Koncentrace HL, mg/l
0	36
1	29
2	31
3	33

1 = 15 minut, 2 = 20 minut, 3 = 30 minut od zahájení v čase 0.

Při sledování bez aplikace u člověka shledáváme:

Čas	Koncetrace HL, mg/l
0	18
1	19
2	20
3	21

1 = 15 minut, 2 = 20 minut, 3 = 30 minut od zahájení v čase 0.

Mezi časem 0 a 1 došlo při aplikaci u člověka k poklesu koncentrace HL ze 36 mg/l na 29 mg/l, to je o 7 mg/l. Množstevně vyjádřeno jde o 1 050 mg. Velmi pravděpodobně nelze tento jev vyložit jinak než přechodem HL do těla pacienta/exponované osoby. Jde o 477,27 mg/ m^2 při povrchu těla exponované osoby 2,2 m^2.

Při sledování koncentrací HL v uspořádání bez aplikace u člověka nedochází k poklesu koncentrace HL, lze tedy vyloučit adsorpci na stěny aplikační vany. Dochází naopak k mírnému, ale trvalému vzestupu koncentrací HL. Tento jev vyžaduje důkladnou diskusi. Nelze jej vysvětlit jinak než vzetím v potaz vypařování/evaporace vody z aplikační vany (Whitehouse et al., 1932).

DISKUSE

Skutečnost, že koncentrace huminových látek v přísadové koupeli bez přítomnosti exponované osoby stoupá, lze jen stěží vyložit jinak než vypařováním (evaporací) vody coby rozpouštědla. Vyhodnotit tuto evaporaci při aplikaci celotělových koupelí, případně ji předem předpovědět, je důležité z hlediska technologického, ekonomického i vlastního léčebného. Vyhodnocováním vypařování z instalací určených ke koupelím/koupání osob umístěných uvnitř budov se zabývá řada autorů (Bowen, 1926; Shah, 2003; Asdrubali, 2009). Evaporací obecně, případně instalací z vodních povrchů venkovně umístěných, se zabývají též četní autoři (Sartori, 2000; Tang, Etzion, 2004). Pro posuzování situace námi zvoleného uspořádání je nejvíce přínosná zejména práce Franscesca Asdrubaliho (2009.) Jeho pracovní skupinou vytvořený nomogram – škála – je však zpracován jen do teploty vody 30 °C. Při relativní vlhkosti 50 %, teploty okolního prostředí – vzduchu 28° a rychlosti pohybu vzduchu v místnosti pod 0,05 m/sec udává, že je nutné očekávat evaporaci asi 0,190 kg/m^2 povrchu vodní hladiny lázně/h. Jestliže vezmeme v úvahu námi používanou teplotu vody v lázni 39 °C, je třeba očekávat evaporaci (podstatně) vyšší.

Při kalkulaci ztrát vody evaporací v námi zvoleném uspořádání, když dělíme dávku vsádky 5 400 mg s hledanou koncentrací, nalézáme skutečně ztráty vody podstatně vyšší:

- v 0.–15. minutě 15,6 kg;
- v 15.–20. minutě 14,20 kg;
- ve 20.–30. minutě 12,86 kg.

Tento jev se pokusíme vysvětlit v naší další plánované práci při zohlednění výkonnosti instalované klimatizace a dalších faktorů (ATPS – actual/ambiente temperature, pressure, saturation, tedy teplotu v místnosti, tlak vzduchu, saturace – relativní vlhkost).

Pro odhad skutečného úbytku huminových látek předpokládaným přestupem do těla exponované osoby je tedy nutno vytvořit model, který tento námi popsaný úbytek vody jako rozpouštědla zohlední. Tento model spočívá v kalkulaci očekávané koncentrace v čase odběru, subtrakci shledané koncentrace od očekávané a přepočtu úbytku koncentrací na úbytek hmotnosti huminových látek. Přitom je předpokladem, že by ztráty vody evaporací z vany obsahující 150 l vody a exponovanou osobu byly shodné jako ztráty vody z vany obsahující 300 ml vody bez exponované osoby (tab. 1).

Tabulka 1 Model úbytku hmotnosti huminových látek v koupeli při zohlednění evaporace

Čas/min.	Voda přítomná (l)	Koncentrace očekávaná (mg/l)	Koncentrace shledaná (mg/l)	Úbytek hmotnosti HL (mg)
0	150,0	36	36	0
15	134,2	40,238	29	1 508,2
20	120,0	45	31	172,2
30	107,4	50,2	33	176,0

Při vyjádření vztahu úbytku hmotnosti huminových látek v mg z koupele vůči povrchu těla exponované osoby 2,2 m^2 a faktoru času docházíme k následujícím výsledkům (tab. 2).

Tabulka 2 Model úbytku huminových látek přestupem z koupele do pacienta

Čas/min.	Úbytek HL absolutní (mg)	Úbytek HL/m² povrchu (mg)	Úbytek HL/m² povrchu/min. (mg)
0	0	0	0
5	1 508,2	685,45	45,703
20	171,2	77,818	15,546
30	176,0	80,00	8,00

ZÁVĚR

Ve zvoleném uspořádání lze očekávat, že z koupele s obsahem huminových látek dochází k přestupu těchto látek do těla exponované osoby ve stupni minimálně 477,27 mg/m² povrchu těla a maximálně 685,45 mg/m² povrchu těla. Rychlost tohoto přestupu lze očekávat minimálně 31,818 mg/m²/min. a maximálně 45,702 mg/m²/min. Přestup probíhá zřejmě s maximální intenzitou v prvních patnácti minutách. Změny zaznamenané později, tj. ve 20. a 30. minutě, jsou již téměř zanedbatelné. Vyjádřeno jako pokles koncentrací v aplikační vaně lze očekávat pokles o 4,06, 4,07 a 4,08 mg/m² povrchu těla exponované osoby v časech 15, 20 a 30 minut aplikace. Předložená tvrzení podáváme jako oprávněná očekávání. Celé otázce se budeme usilovně věnovat zejména za podmínek a parametrů evaporace vody z vany pro přísadové koupele v aplikačních místnostech Městských slatinných lázní Třeboň.

LITERATURA

1. Asdrubali F (2009). A scale model to evaluace water evaporation from indoor swimming pools. Energy and Buildings. 41: 311–319.
2. Ascheim S, Holweg W (1933). Über das Vorkommen östrogene Wirkstoffe in Bitumen. Detsch. Med. Wochenschr. 59: 12–14.
3. Amosova Y et al. (1990). Humic acids in the therapeutic muds with a special reference to their physiological activity. J. Kurortol. Fizioter. 27/4: 1–6.
4. Bellometti S, Giannini S, Sartori L, Crepaldi G (1997). Cytokine levels in osteoarthrosis patients undergoing mud bath therapy. Int. J. Clin. Pharmacol. Res. 17/4: 149–153.
5. Bittner M (2007). Ecotoxicological Aspects uf Humic Substances.Dissertation Thesis in Environmental Chemistry. Masaryk University, Faculty of Science, RECETOX, Research Centre for Environmental Chemistry and Ecotoxicology, Brno, Czech Republic.
6. Boland W (1995). The chemistry of gamete attraction: Chemical structures, biosynthesis, and (a)biotic degradation of algal pheromones. Proc. Natl. Acad. Sci., USA. 92: 37–43.
7. Bowen IS (1926). The Ratio of Heat Losses by Conduction and Evaporation from any Water Surface. Phys. Rev. 27: 779–787.
8. Brožek B (1981). Fyzikálněchemická aktivita peloidních procedur. Fysiatr. Vest. 59/3: 145–155.
9. Flaig W, Goecke C, Kauffeis W (eds.) (1988). Moortehrapie-Grundlagen und Anwendungen. Wien, Berlin, Überreuter.
10. Höss S, Jüttner I, Transpurgerd W, Pfisterb G, Schramm KW, Steinberg CE (2002). Enhanced growth and reproduction of *Caenorhabditis elegant* (Nematoda) in the presence of 4-nonylphenol. Environ. Poluit. 120/2: 169–172.
11. Iubitskaya NS, Ivanov EM (1999). Sodium humate in the treatment of osteoarthrosis patiens. Vopr. Kurortol. Fizioter. Sech. Fiz. Kurtol. 5: 22–24.
12. Jandová D (2008). Balneologie. Praha: Grada Publishing, a. s., 404 s. ISBN 938-80-247-2820-9.
13. Jandová D (2010). Balneologie – česká lázeňská medicína na počátku třetího tisíciletí. Zdravotnické noviny, příloha Lékařské listy. 14/2010.
14. Jurcsik I (1994). Possibilites of applying humic acids in medicine (wound healing and cancer therapy). In: Senesi N, Miano T (eds.). Humic Substances in the Global Environment, pp. 1331–1336, Amsterdam, London, New York, Tokyo: Elsevier.

15. Kloecking R, Helbig B (2005). Medical Aspects and Applications of Humic Substances. In: Biopolymers for Medical and Pharmaceutical Applications. Edited by Steinbuechel A and Marchessault RH, Copyright 2005, WILEY-VCH, GmbH and Co., KGaA, Weinheim. ISBN 3-527-31154-8.
16. Kolarik R (1988). Über die Anwendung von Präparaten aus Torf., bzw. Huminstoffen, bei gynäkologischen Erkrankungen. In: Flaig W et al. (eds.): Moortherapie: Grundlagen und Anwendungen, pp. 177–197.
17. Mesrogli M, Maas DHA, Mauss B, Plogman S, Eichmann W, Schneider J (1991). Erfolgreiche Adhäsionsprofylaxe durch Anwendung von Moor rund Huminsäuren. Zent.bl. Gynäkol. 113: 583–590.
18. Petr P (2004). Kvalita života v balneologii, Nástroj k hodnocení výsledků a účinnosti balneoterapie. ISBN 80-903427-1-X.
19. Petr P a kol. (2009). Stříbrná stuha Lipenska: rašelina a rašelinové extrakty – naše společné dědictví v česko-bavorsko-rakouském příhraničí. Frymburk: Městys Frymburk, 87 s. ISBN 978-80-254-4453-5.
20. Petr P, Verner M, Kalová H, Janečková B, Vačkářová O, Zezulková I (2012). Huminové látky v balneologii. Současný stav a perspektivy. Kontakt. 14/1: 94–98.
21. Sartori E (2000). A critical review on equations employed for the calculation of the evaporation rate from free water surfaces. Solar Energy. 68/1: 77–89.
22. Shah Mohammed M (2003). Prediction of evaporation from occupational indoor swimming pools. Energy and Buildings. 35/7: 707–713.
23. Schneider J, Weis J, Männer C, Kary B, Werner A, Seubert BJ, Riede UN (1996). Inhibition of HIV-1 in cell culture by synthetic humate analogues derived from hydroquinone: mechanism of inhibition. Virology. 217: 389–395.
24. Schultz H (1962). Die viricide Wirkung der Huminsäeuren im Torfmuel auf das Virus der Maul- und Klauenseuche. Dtsch. Tierarztl. Wochenschr. 6: 613–616.
25. Steinberg CE, Höss S, Kloas W, Lutz I, Meinelt T, Pflugmacher S, Wiegand C (2004). Hormonelike effects of humic substances on fish, amphibians and invertebrates. Environ. Toxicol. 19/4: 409–411.
26. Tang R, Etzion Y (2004). Comparative studies on the water evaporation rate from wetted surfaces and from a free water surface. Building and Environment. 39: 77–86.
27. Taugner B (1963). Tierexperimentelle Untersuchungen über ein Nartriumhumat-Salicylsäure-Bad. Arzneimittelforschung. 13: 329–333.
28. Vačkářová O (2011). Vliv třeboňské lázeňské léčby na některé laboratorní ukazatele u člověka. Nepublikovaná data. Osobní sdělení. Prim. MUDr. Olga Vačkářová, Lázně Aurora, s. r. o., Třeboň.
29. Vašková J, Veliká B, Pilátová M, Kron I, Vaško L (2011). Effects of humic acids *in vitro*. In Vitro Cell. Dev. Biol. Anim. 47: 376–382.
30. Whitehouse AGR, Hancock W, Haldane JS (1932). The Osmotic Passage of Water and Gases through the Human Skin. Proceedings of Royal Society London, Series B. 111, Np.: 773: 412–429.
31. Zeman M (2013). Základy fyzikální terapie. Vydala Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 106 s. ISBN 978-80-7394-403-2.
32. Zezulková I (2012). Analýza těla TANITA, analyzér tělesné komposice BC-418. Jeho využití při sledování vlivu třeboňské lázeňské léčby u stavů po totální aloplastické endoprotéze kloubu kyčelního. Nepublikovaná data. Osobní sdělení. Prim. MUDr. Ivana Zezulková, Bertiny lázně Třeboň, s. r. o.

✉ **Kontakt:**
Doc. MUDr. Petr Petr, Ph.D., Nemocnice České Budějovice, a. s., Pracoviště klinické farmakologie, B. Němcové 585/54, 370 01 České Budějovice
E-mail: petr@nemcb.cz