



Spomin vode – kaj rabi homeopatija in kaj ponuja sodobna znanost?

Pogovor z akademikom prof. dr.
Dušanom Hadžijem

Vodila: izr. prof. dr.
Marta Klanjšek Gunde

Nedavno sem zasledila infopatijo, novejšo obliko alternativnega zdravilstva. Njeno bistvo, kot piše slovenska Wikipedija¹, je v »prenosu informacije prek vibracije v vodo ali polimer, ki jo (ga) naprej uporabimo za samo zdravljenje. Informacija, ki jo želimo prenesti naj bi se, po prepričanju izvajalcev infopatije, vtisnila v 'spomin vode'. Ta koncept je prvi predlagal Jacques Benveniste², kot eno od možnih razlag terapevtskega delovanja homeopatskih izdelkov (pripravljene tako, da v končnem izdelku ne zasledimo več izhodne substance). Ravno zato je infopatija tesno povezana s homeopatijo. Povezana pa je tudi z izopatijo, zeliščarstvom ter drugimi metodami zdravljenja. Po drugi strani je infopatija povezana tudi z informacijsko bioelektromagnetiko. Ta veda preučuje, kako se vibracija snovi (do molekul in atomov) prenese kot sporočilo v bodisi trden ali tekoč trden medij in se kasneje »razmnoži« ter pri tem v živih bitjih sproža določene fiziološke odgovore, ki omogočajo pot k ponovnemu blagostanju oziroma izboljšajo kvaliteto življenja...« [1]

Prenos vibracij prek snovi poznamo – nekatere od njih zaznamo kot zvok, kar je fiziološki odgovor na vibracije, ki so prišle do sprejemnika v ušesih. Zvok je nedvomno zelo pomemben za življenje. Znamo ga

digitalizirati in poljubno mnogokrat ponoviti. Poleg akustičnih vibracij pa v snoveh poznamo tudi optične vibracije, ki omogočajo analizo snovi preko vibracijske spektroskopije (infrardeča in Ramanova). Kako pa se lahko vibracije vtisnejo v (tekočo) vodo za tako dolgo, da bi lahko imele nekakšen terapevtski učinek? Potemtakem naj bi voda imela »spomin« – nak, tega pa ne razumem in tudi nimam nobenih takih izkušenj. Moje znanje je občutno premajhno za razumevanje infopatije ali pa za njeno nedvoumno zavrnitev, ki bi jo podkrepila z dokazi na molekularni ravni. Da bi se dodatno izobrazila, sem pregledala »informirani doktorat« [2], pa mi ni pomagal. Pri nenavadnih lastnostih vode oz. ultra razredčenih raztopin bi lahko pomembno vlogo igrala vodikova vez. Kakšna je (lahko) njena vloga v povezavi s snovmi v živem organizmu? Ali bi lahko bila prav vodikova vez nosilka časovno stabilne informacije, torej »spomina vode«? Pomoč pri pojasnjevanju takih vprašanj imam skoraj pri roki – to je naš profesor Dušan Hadži³. Njegovo plodno delo na področju vibracijske spektroskopije in strukturne kemije je

¹ V angleški Wikipediji ni tega gesla.

² Jacques Benveniste, francoski imunolog (1935–2004), znan po kontroverzni objavi v reviji Nature leta 1988. V jej prikazuje degranulacijo humanih bazofilov v ekstremno razredčeni raztopini antiteles anti-IgE. To bi dokazovalo veljavnost homeopatskih konceptov, saj v raztopini praktično ni bilo antiteles pač pa le voda. Rezultat so razložili z obstojem skupkov molekul, ki omogočajo, da je taka voda biološko aktivna. Rezultata niso uspeli nadzorovano ponoviti, hipotetično lastnost pa so poimenovali »spomin vode«. Nekaj let kasneje je Benveniste ugotovil, da je tako zapisano informacijo mogoče digitalizirati in posredovati v drug vzorec ter jo tako neomejeno duplicirati.

³ Dušan Hadži, rojen 1921 v Ljubljani, kemik, redni profesor strukturne kemije v pokoju. Eden od utemeljiteljev infrardeče spektroskopije snovi z vodikovimi vezmi. Njegov predlog sistemizacije močnih vodikovih vezi na podlagi spektralnih značilnosti je še danes v splošni rabi. Pri nas je uvedel računske pristope kvantne kemije, rabo računalnikov v umetni inteligenci in v spektroskopski analizi. Kombinacija z jedrsko magnetno resonanco je omogočila razširitev na molekularno farmakologijo, saj so strukturne značilnosti učinkovin bistvene za specifično vezavo na receptorje. Raziskovalno delo je opravljal na Kemijskem inštitutu od ustanovitve do danes. S sodelavci je objavil več kot 300 originalnih člankov, po večini v mednarodnih revijah. Organiziral je 5 mednarodnih kongresov, njegova zbrana dela so izšla pri mednarodnih založbah.

dobro poznano in zelo cenjeno. Zlasti je pomemben njegov prispevek pri vodikovi vezi. Profesorja odlikuje dober spomin, globoko razmišljanje in veliko poznavanje literature, zato odlično povezuje rezultate različnih raziskav in njihov pomen tudi pronicljivo opiše. Profesor je zelo zanimiv sogovornik. V zadnjem času sistematsko prebira tudi članke s področja homeopatije in nobeno vprašanje ga ne preseneti. Ker je torej profesor Hadži pravi vir informacij tudi o nenavadnih lastnostih vode, sem ga prosila, da odgovori na nekaj vprašanj.

Vaše raziskovalno delo je močno povezano z raziskavami vodikovih vezi. Kdaj, zakaj in kako ste pričeli s temi raziskavami?

Z vodikovo vezjo sem se srečal pred več kot pol stoletja. Imel sem državno štipendijo in naj bi se učil infrardeče spektroskopije, da bi to doma rabil pri raziskavah koksanja. V Cambridgeu sem dobil nalogo tolmačenja infrardečih spektrov karboksilnih kislin, ki tvorijo srednje močne vodikove vezi. Poleg spektroskopije premogov in kislin (kar je bila domača naloga), sem še poslušal predavanja iz kvantne kemije pri prof. Lennard Jonesu⁴, ki je bil takrat eden izmed vodilnih raziskovalcev. Pri nas takrat še ni bilo ne infrardeče spektroskopije ne kvantne kemije. Vodikove vezi so me pritegnile zato, ker povzročajo močne spremembe v infrardečih spektrih snovi. No, infrardeča spektroskopija je še vedno ena izmed najboljših metod za raziskave vodikovih vezi.

Kako pa sem začel z raziskavami vodikovih vezi? Ko sem slučajno odkril članek, da vodikove vezi v hidroksi kinonih ne puščajo v infrardečih spektrih nobenih znamenj vodikovih vezi, me je stvar zgrabila. Uspel sem pokazati, da nimajo prav, da pa je sled v spektrih res nenavadna. To se je nadaljevalo – do danes, ko se trudim z razlaganjem spektrov dihidrata oksalne kisline, ki je najtrši oreh, kar jih poznam. Seveda, odkriti nekaj nenavadnega in to razložiti – to je zabava za celo življenje.

Katere posledice dejstva, da je vodikova vez najmočnejša medmolekulska vez so vas najbolj privlačile?

Seveda so in me še vedno najbolj privlačijo infrardeči spektri snovi z močnimi vodikovimi vezmi. Pa ne le to. Fizikalne in reakcijske značilnosti, ki so povezane z dinamiko protonov zlasti pri močnejših vodikovih vezeh in predvsem prenos protona v kristalih – korelacija strukture in pojavnost v spektrih.

⁴ Sir John Edward Lennard-Jones (1894–1954), angleški matematik, profesor teoretične fizike na Univerzi v Bristolu in teoretične znanosti na Univerzi v Cambridgeu. Znan je zlasti kot začetnik kvantne kemije. Njegovo delo je pomembno na področju molekularne strukture in medmolekulskih sil.

Kakšni sta struktura in dinamika tekoče vode?

Za poznavanje strukture in dinamike vode so najpomembnejši rezultati dobljeni z vibracijsko spektroskopijo (infrardečo, Ramanovo), neelastičnim sipanjem nevtronov, rentgenskim in nevtronskim sipanjem pod majhnim kotom, jedrsko magnetno resonanco, rentgensko absorpcijo, v kombinaciji s kvantnimi izračuni strukture in kvantnomehansko molekularno dinamiko. Zlasti dragocene rezultate daje femtosekundna⁵ nelinearna infrardeča in Ramanova spektroskopija. Ti dve metodi omogočata določitev življenjske dobe skupkov molekul vode, povezanih z vezmi različnih jakosti, ki se že v linearnih spektrih ločijo po nihajnih frekvencah. Večina rezultatov je dobljena z mešanici navadne in težke vode iz tehničnih razlogov ter vode v razpršinah kapljic helija. Veliko dela je bilo posvečeno dokazovanju deležev molekularnih skupkov s popačeno tetraedrično strukturo vode, kot nastopa (nepopačeno) v heksagonalnem ledu in raznim cikličnim strukturam. Med temi se je pokazala kot pogosta – in je skladna tudi z izračuni – struktura skupka z obliko šesternega neplanarnega obroča. Za problem spomina vode je manj pomembno, kakšne strukture imajo skupki molekul vode kot pa njih dinamika. Da ne morejo biti stabilni, je bilo že zdavnaj znano po tem, da se v nihajnih spektrih pojavljajo frekvence prostih hidroksilnih skupin, po katerih se vidi, da je vsaj tretjina molekul pri $\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ vezanih le po dveh vodikovih vezeh in da število nerabljenih vezavnih mest narašča z višanjem temperature vzorcev. Proste vodikove vezi pa pomenijo, da se skupki hitro spreminjajo. No, kombinacije eksperimenta in izračuna z molekularno dinamiko pokažejo, da gre za femto- do pikosekundno⁶ dinamiko trganja in ponovne tvorbe vodikovih vezi. Časovni okvir strukturnih sprememb oziroma vodikovih vezi je odvisen od podrobnosti trkov med skupki.

Ali se raziskave vode še izpopolnjujejo in nadaljujejo in če se, v katerih smereh?

Čeprav je osnovna predstava o strukturi vode že dokaj popolna, je še marsikaj potrebnega »fine« obdelave. To velja tako za teoretično modeliranje kot za eksperimentalne raziskave. Samo tri primere bi navedel. Kot je znano že več kot 200 let, voda prevaja električni tok. Tudi Grotthusov⁷ model prevodnosti je skoraj tako star in še danes citiran. Molekule vode tvorijo verige prek vodikovih vezi (teh sicer Grott-

⁵ Femtosekunda : 1 fs = 10^{-15} s

⁶ Pikosekunda : 1 ps = 10^{-12} s

⁷ Theodor von Grotthuß (1785–1822), nemški kemik, ki je leta 1806 postavil prvo teorijo elektrolize, to je t.i. Grotthusov mehanizem.

hus še ni poznal), po katerih skačejo (natančneje tunelirajo) protoni. No, na zadnjem kongresu o vodikovi vezi je bil predstavljen nov model, oprt na kvantno molekularno dinamiko. Gre za skupke, sestavljene iz ionskega jedra (H^+ ali OH^-) in obdane z molekularnimi nitmi, po katerih skačejo protoni. Skupki so podvrženi trajnemu prestukturiranju.

Veliko raziskav obravnava vodo, ki je ujeta med plastmi v nanodimenzijah, ali pa prehaja skozi nanocevke ali nanoporozne materiale. Taki temeljni problemi vode so zelo pomembni za sodobno znanost. Dokaz za to je posebno poglavje v novembrski številki reviji *The Journal of Chemical Physics*.

Zelo pomembna novost (ker bo omogočila kar precej eksperimentalne dejavnosti) je tridimenzionalna femtosekundna infrardeča spektroskopija. Že dvodimenzionalna je pomenila dragocen prispevek k dinamiki molekul, a je bila omejena na visokofrekvenčni del spektra, kjer nastopajo intramolekularna nihanja, predvsem valenčno nihanje. Nelinearna razširitev na prostostne stopnje manjše od 1000 cm^{-1} , torej časovni prikaz gibanja med molekulami bo dala še več informacij o medmolekulski dinamiki. Navadni infrardeči spekter vode kaže v daljnem delu⁸ široke trakove, ki izvirajo iz medmolekulskih gibanj, podrobnosti o času in obliki stikanja med skupki pa le indirektno. To velja ne samo za čisto vodo, temveč tudi za vodo, ki omaka različne vrste trdnih površin, topljencev in, kar bo zlasti zanimivo, biomolekul. To je še bolj zanimivo kot čista voda. Tridimenzionalna ultrahitra spektroskopija je še v razvoju, a prvi članki so že objavljeni. Homeopati sicer veliko govorijo o pomanjkljivostih tradicionalne znanosti, ker da ni uporabna za razlago homeopatske zdravilnosti in je zato potrebna nova biologija in podobno, pa takega koraka naprej seveda ne zmorejo. Razumljivo – ker homeopatija ni osnovana na molekularni paradigmi⁹!

Voda ima mnogo nenavadnih (anomalnih / abnormalnih) lastnosti. Kakšno vlogo pri tem igra vodikova vez?

Literatura beleži 63 anomalnih lastnosti vode. Med njimi so tudi take, ki jih vsakdo pozna, pa se najbrž ne zave, da je ta lastnost anomalna. Denimo, da je voda tekoča pri $0\text{--}100\text{ }^\circ\text{C}$ in da je led lažji od tekoče vode. Če bi se molekule vode ne vezale med seboj – vsaka molekula lahko veže štiri druge z energijo ene vezi okoli 23 kJ/mol , pač odvisno od pogojev – bi imela fazne prehode pri podobnih temperaturah kot metan¹⁰. Za fizikalne lastnosti vode, všteti tudi

zmožnost tvorbe vodikovih vezi, je odgovorna elektronska struktura vode s pozitivnim nabojem okrog atomov vodika in negativnim okrog prostih elektronskih parov na atomu kisika ter veliko polarizirnostjo ali na kratko: voda ima natančno take lastnosti kot ustrezajo njeni elektronski strukturi. Seveda voda lahko tvori vodikove vezi tudi z drugimi molekulami, ki imajo donorske ali akceptorske skupine. Energija vodikove vezi z drugimi molekulami je lahko večja ali manjša od vodikove vezi med molekulami vode – najmočnejše vodikove vezi med vodo in drugimi molekulami dosežejo tudi nekaj čez 100 kJ . Da je energija vodikove vezi med posameznimi molekulami vode $\sim 23\text{ kJ/mol}$ je zelo pomembno za razvoj in obstoj življenja na Zemlji. Če bi bila ta energija bodisi večja ali manjša le za desetinko, življenja na Zemlji, kot ga imamo, sploh ne bi bilo!

Kako naj bi se prenesla informacija o strukturi učinkovine na vodo tako, da bi tako informirana voda dobila zdravilne lastnosti?

Prenos strukturne informacije topljenca na obdajajočo vodo bi moral biti prvi korak do spomina – po homeopatsko seveda, a vendar v skladu z molekularno paradigmo. Zanimivo je, da v homeopatski literaturi sploh nisem videl nobenega članka, ki bi o tem kaj razlagal. Zadevo poglejmo najprej s predstavitvijo homeopatskega pristopa, nato pa še ustrezno sodobnemu vedenju o hidrataciji molekul, kar je eksperimentalno in teoretično zelo dobro obdelano, saj je pomembno za reakcijske mehanizme nasploh in za strukturno biokemijo še posebej.

Priprava homeopatskega zdravila se začne s pripravo vode ali alkoholnega ekstrakta snovi, ki naj bi imela pozitiven vpliv na »vis vitalis«¹¹. Homeopatska farmakopeja šteje ~ 2000 »zdravilnih« (pod narekovaji!) snovi, ki obsegajo zdravilne rastline (te so večinoma res učinkovite), suhe živali (žuželke), morske gobe itd., trdne elemente in anorganske spojine (žlahtne kovine, žveplo, fosfor, grafit). Kako bi vtisnili v vodo spomin na grafit? To sicer ni raziskano, verjetno bi se molekule vode postavljale na π -elektrone prek vodikov, ampak bi hitro odletavale in druge bi se zopet nasajale. Bolj zanimivo – iz drugih razlogov – je srečanje dušikove kisline z vodo ali fosforne in drugih, ki so v farmakopeji. To je namreč dobro raziskano. Prva molekula vode se veže z vodikovo vezjo tako, da bo kisik s prostim parom dokaj močno vodikovo vezan na hidroksilno skupino kisline, naslednji molekuli vode pa z atomi vodika na kisikove

⁸ Far IR, daljne infrardeče spektralno območje zajema valovna števila pod 400 cm^{-1} .

⁹ Vzorec raziskovanja, kjer vse pojave v snoveh razložimo z obstojem in lastnostmi molekul ter z učinki med njimi.

¹⁰ Metan ima tališče $-182,5\text{ }^\circ\text{C}$, vrelišče pa $-161,6\text{ }^\circ\text{C}$.

¹¹ *Vis vitalis* – življenjska sila – pojem je vpeljal Hipokrat, prevzel pa Hahnemann. Po Hipokratu jo ima vsako živo bitje, tudi rastline. Hahnemann je *vis vitalis* vključil v doktrino homeopatije – pokvarjena *vis vitalis* pomeni bolezen, ki se jo lahko popravi z učinkovino, ki sama povzroča simptome, podobne bolezenskim, če se jo zaužije.

atome in četrta na vodo, ki je že vezana na hidroksilno skupino ($N=O...H-O-H$). Pri vezavi prve vode še ne pride do prenosa protona s hidroksilne skupine kisline na vodo, pri vezavi nadaljnjih molekul vode pa se kislini vodik premakne na kisik prve vezane vode prek kratke vodikove vezi in dobimo ione NO_3^- ter H_3O^+ , ki pa so seveda hidratirani. To pokaže izračun z uporabo kvantne kemije. Prve in najmočnejše vezane vode sprejmejo še eno plast, potem pa se nadaljuje gmota vode kot da ni v bližini ionizirane dušikove kisline. Molekule, ki obdajajo ionizirano kislino, se zamenjujejo z molekulami iz gmote – sicer bolj počasi, toda še vedno v pikosekundah. Podobno se godi z vsako organsko molekulo, ki ima proton donorske skupine – karboksilne kisline, fenoli itd. pa še akceptorske – dušikovi heterocikli, amini, na katere se vežejo molekule vode, na te pa še druge – pa imamo hidratirano molekulo. Hidratacija molekula, zlasti biološko pomembnih, je že zelo raziskana s teoretično-modelnimi izračuni, pa tudi eksperimentalno z uporabo jedrske magnetne resonance in femtosekundne infrardeče spektroskopije, predvsem zaradi povezave z biološko problematiko. Vsekakor pa je jasno, da je pri dinamiki hidratnih ovojnica nemožna, da bi lahko le-te ohranile kakršenkoli trajen odvisni oziroma tako organizacijo vodnih molekul, ki bi odražala oblikovano gostoto elektronskega naboja okrog aktivne molekule ali jo še celo prenesla na gmoto bolj oddaljenih molekul vode – da bi se torej »prepoznana« organizacija širila po gmoti vode, kar bi bilo potrebno, če naj bi imel pripravek kaj zdravilnega učinka. Toda – hidratirane molekule so med seboj gibljive in se izmenjujejo z molekulami obdajajoče vode, sicer malo počasneje a vendar še v pikosekundnem območju. Vsekakor je povsem nemogoče, da bi se vse podrobnosti molekulskega elektronskega obrisa kakega alkaloida, pa tudi strukturno preprostege iona prenesle in celo ohranile v vodi.

Nedavno smo se soočili z doktoratom o epitaksično vtisnjenih strukturah enostavnih in kompleksnih kemijskih spojin v vodi. Epitaksijo poznamo kot eno od metod za rast tanke plasti anorganskih snovi ali polimerov na kristalinični podlagi. Pri tem posamezni ioni prevzamejo urejenost podlage (njeno kristalno strukturo), kar pomeni da se »informacija« podlage širi v nastajajočo tanko plast. Kako je mogoče ta pristop razširiti na vodne raztopine?

Homeopatski raziskovalci so vpeljali pojav epitaksije za nujno potrebni prenos informacije o strukturi učinkovine na njihove ultra razredčine. Voda mora nekako posnemati »vis vitalis« učinkovine in zato mora nekako pobrati informacijo o strukturi učinkovine. Zanimivo je, da s tem homeopatija le nekako usvaja molekularno paradigmo. Epitaksija je praktično pomembna za urejanje polimerov, ki dobijo fizikalno zanimive optične lastnosti. Primer: kristali

kalijevega hidrogen ftalata so v rabi za izdelavo tankih filmov organskih polimerov z nelinearnimi optičnimi lastnostmi. Če že govorimo pri procesu informiranja vode o strukturi topljenca, je treba omeniti, da homeopatska zdravila prodajajo večinoma v obliki tablet, ki jih proizvajajo tako, da raztopino določene potence¹² nalijejo na sladkorni prah – najpogosteje se uporablja laktoza – in to posušijo ter stisnejo v tablete. V njih ni več informirane vode, laktoza pa bo kristalizirala po svoje in se prav gotovo ne bo zmenila za tisto molekulo ali tistih nekaj molekul učinkovine, ki so mogoče ostale v tableti med laktozo. Če pa med procesom »epitaksije« še mešamo, bo učinkovina dobila strukturo laktoze. Zabavno, kajne?

Torej spomina vode ni, kako pa je z razlago mehanizma zdravljenja s homeopatskimi pripravki?

Homeopatski zdravniki in seveda homeopatska farmacevtska proizvodnja (v ZDA jo cenijo na 1,5 milijarde US dolarjev) se sklicujejo na kar visoke uspešnosti pri dvojno slepih poskusih, zlasti pri boleznih z močno nevropsihološko komponento. Razlaga učinkovitosti homeopatskih pripravkov brez posebnih domislic, kot je spomin vode, ni možna v okviru molekularne paradigme, razen če vključimo nevropsihologijo in ta je v placebo efektu. Bistvo placebo efekta je v tem, da dosežemo zdravljenje z navidezni zdravili, to je denimo s tabletami, ki ne vsebujejo nobene učinkovine, a so videti kot »prave«. Treba pa je še, da zdravnik pacienta prepriča, da so učinkovite. Največ raziskav placebo efekta je na občutju bolečin in tudi pojasnila, ki sledijo zaužitju placebo tablet, se pokažejo s slikanjem z magnetno resonanco ali pozitronsko tomografijo. Te metode pokažejo izločanje endorfina, to je endogenega peptida z učinkom opija. Danes je placebo efekt povsem pojasnjen, a homeopati to odklanjajo, ker je huda konkurenca, veljavna medicina pa ima težave z etičnostjo široke rabe placebo efekta. Zanimivo – pri uzakonjanju homeopatije pa oblasti nimajo takih težav! Po definiciji je placebo efekt vsaj približno tak terapevtski učinek, kot ga dobimo z aplikacijo tablet, tekočin, maziv, injekcij in drugih procedur, ki pa nimajo nikakršnega učinka na znake bolezni, ki bi jo naj zdravili. Placebo efekt je bil opisan leta 1956, leta 1969 pa ga je uvedel ameriški inštitut za zdravstvo (*National Institutes of Health*, NIH) kot obvezno pri preizkušanju novih zdravil, preden jim dovolijo v prodajo. Izka-

¹² Potenciranje pomeni ojačenje učinka, doseženo z obredom redčenja in močnega stresanja. Oznaka 10C pomeni, da je bila 1 kapljica učinkovine dodana v 100 kapljicah redčila (rimska številka C pomeni 100), ta postopek pa je bil 10 krat ponovljen. Hahnemann, začetnik homeopatije, je veroval, da se z redčenjem še poveča zdravilna moč, kar je povsem nasprotno dejstvu, da je učinek tem manjši, čim manjša je koncentracija.

zalo se je, da lahko tudi delovanje velikega dela novih učinkovin izvira iz placebo efekta. Kasneje so raziskave placebo efekta postale bolj intenzivne deloma zaradi interesa farmacevtske industrije, deloma pa zaradi podobnosti s homeopatijo. Podobnost pa ni le v tem, da gre pri obeh za navidezna zdravila, ki pa v resnici ne vsebujejo nobene učinkovine. Učinke, najbližje specifičnim učinkovinam, so oboji dobili pri boleznih z znatno psihično komponento, npr. depresijo in bolečine raznih živčnih izvorov.

Ali bi lahko na kratko primerjali vlogo sodobne kemije pri reševanju problemov homeopatije in molekularne farmakologije?

Seveda. S homeopatijo smo že opravili – spomin vode v sodobni fiziki in kemiji nima ne mesta ne potrebe po dokazovanju in je škoda časa in denarja, da bi se ukvarjali s kakšno novo znanostjo samo zato, da razložimo učinkovanje homeopatije. Za molekularno farmakologijo, ki deluje po molekularni paradigmi v nasprotju s homeopatijo, pa si lahko vsaj na kratko pogledamo, kje smo.

Kemijska regulacija funkcije organov poteka prek specifičnih receptorjev, ki so peptidne narave in se, po večini, nahajajo v celičnih ovojnicah. Da celica normalno deluje, mora prejemati signalne molekule, denimo hormone. Lahko so tudi sintetične signalne molekule, morajo pa imeti tako strukturo, da se vežejo na receptor. No, to pa je tisto – *molecular recognition*. Molekuli se morata spoznati in povezati in skupek se potem prebije v celico. Potem se v celici sproži reakcija, za katero je rojena (ali vzgojena!). Receptorji so navadno na celični opni, torej pokriti s krvjo ali drugo telesno tekočino, zato so atomske skupine na receptorju zalite. Hidratirana je seveda tudi signalna molekula, ker so pač kri in limfa njeni prenašalci pri kemični regulaciji. Da se lahko signalna molekula veže na receptor, se mora izpodriniti voda od obeh – vsaj na tistih mestih, kjer se bo signalna molekula sprijela z ustreznimi atomskimi skupinami na receptorju. Molekularni stik signalne molekule z receptorjem zagotovijo predvsem polarne skupine, ki tvorijo vodikove vezi. Bistvena je prostorska porazdelitev vezanih skupin tako, da skupine signalne molekule ustrezajo skupinam na receptorju. Seveda pa mora biti reakcija vezave signalne molekule na receptor energijsko ugodnejša kot pa so bile energije vezi molekul vode na vsaki posamezni molekuli. Farmakologija je to vezavno-konstitucionalno shemo razvijala v prejšnjem stoletju, potrditev pa je dobila na primeru adrenalina in zanj specifičnega (adrenergičnega) receptorja z rentgensko kristalografsko strukturo samih receptorjev in kokristala tega receptorja z adrenalinom. V tem primeru je šlo za receptor, ki pa potrebuje še peptid G8, da se skupek treh molekul prebije skozi celično membrano v notranjost celice. Za takšno zahtevno ra-

ziskavo sta Lefkowitz¹³ in Kobilka¹⁴ leta 2012 prejela Nobelovo nagrado. Lefkowitz je začel leta 1968 raziskovati pot do vezave enega izmed osmih hormonov, ki jih izloča nadledvična žleza na ustrezne receptorje, ki se nahajajo na površju celičnih membran raznih organov, od vezave na receptor do sproženja biokemičnih procesov. Ti procesi se odvijajo v notranjosti celic in končno vplivajo na aktivnost organov, občutljivih na koncentracijo hormonov ali drugih signalnih molekul v krvi. Dobro znana je adrenergična regulacija tlaka in srčnega ritma. In kakšno vlogo igra voda pri tem kompleksnem procesu? Pravzaprav le kot transportni medij in »obleka« za udeležence v reakciji sproženja procesov v celici, katere pa se morajo znebiti ob prepoznavanju, ko se tvori kokristal. Nobelova nagrada za kemijo, ki si jo delita Lefkowitz in Kobilka, je pač edino možno formalno priznanje za uspešnost dolgoletnih raziskovalnih naporov. Če pomislimo, da je celica na adrenalin občutljivega organa opremljena le s petimi ali šestimi specifičnimi receptorji, da pa je za peptidni kristal, primeren za rentgensko sipanje, treba vsaj miligram snovi, si lažje predstavimo, koliko dela je bilo treba za ta rezultat. Vsekakor pa je rezultat vreden tega dela. Bolj trdne osnove za strategijo dobivanja novih ali vsaj čim bolj specifičnih izboljšanih učinkovin si ne moremo misliti. Za pionirje kakšne nove biologije je to prav dober nauk, da je molekularna paradigma in na njej osnovane metode še kako uspešna. Če res obvladamo osnove, seveda.

Kaj menite o »spominu« vode?

No, to naj bo sklep najinega pogovora. Torej, voda je dinamična tekočina, v kateri so molekule vode povezane v skupke, ki spreminjajo obliko in število udeleženih molekul, pri čemer se vezi med molekulami trgajo in ponovno tvorijo. Ti procesi potekajo v času od nekaj sto femtosekund do 2 pikosekund. To pomeni, da sistem ne more niti zabeležiti niti zadržati ureditve, ki naj bi predstavljala strukturne značilnosti topljencev – nekakšen njihov negativ. Naj dodam še malo premišljanja, ki se mi vsili v zvezi s prizadevanji za prikazovanje spomina vode. Razumem Hahnemanna,¹⁵ da je z »vis vitalis« reše-

¹³ Robert J. Lefkowitz, profesor medicine in biokemije na Duke University, ZDA. Rojen 1943 v New Yorku.

¹⁴ Brian K. Kobilka, Stanford University, ZDA. Rojen 1955 v Little Falls, Minnesota, ZDA.

¹⁵ Samuel Hahnemann, nemški zdravnik, prevajalec in pisatelj medicinskih knjig, 1755–1843, začetnik in utemeljitelj homeopatskega zdravljenja. Ugotovil je, da večje količine farmakološko aktivnih snovi delujejo toksično na zdrav organizem. Zato je pripravljaval razredčene raztopine, ki jih je močno stresal in mešal ter premišljeno redčil (potencial); ti pripravki pa naj bi bili še vedno aktivni. Leta 1810 je izdal knjigo *Organon racionalnega zdravljenja (Organon der rationellen Heilkunde)*, ki šteje za temeljno knjigo homeopatije.

val že laiku neverjetno doktrino, da zdravilna moč raste z redčenjem učinkovine (potenciranje). Vsakdo ve, da bo limonada manj kisla, če je razredčena z več vode. Ne morem pa razumeti denimo fizika, ki dobro pozna lastnosti vode, da verjame v učinkovitost pripravka, ki vsebuje morda le še kakšno molekulo učinkovine¹⁶. Najbrž ima prav angleški filozof Stephen Law¹⁷, ki uvršča homeopatijo med verstva.

Ob tej priložnosti bi se rad zahvalil dr. Jurki Kidrič, ki me že dalj časa opozarja na »alternativno« znanost o vodi in me seznanja s homeopatsko literaturo. Ona je ena od pomembnih krivcev za moje preučevanje te problematike in me oskrbuje z literaturo.

Profesor Hadži, najlepša hvala za vaš trud!

Literatura

1. <http://sl.wikipedia.org/wiki/Infopatija>, dostop 21. 11. 2014.
2. Nada Verdel: Kemijsko – fizikalne lastnosti epitaksično vtisnjenih struktur enostavnih in kompleksnih kemijskih spojin: doktorska disertacija, Ljubljana 2014.

Pomembnejši viri:

Molekularna paradigma

- Phillip Ball: Water as an active constituent on cell biology, Chem. Rev. 2008, 108, 74–108.

- Anne Willem Omta, Michel F. Kropman, Sander Woutersen, Huib J. Bakker: Negligible effects of ions on the hydrogen-bond structure in liquid water, Science 2003, 301, 347–349.
- Special topic on Interfacial and confined water, The Journal of Chemical Physics 2014, 141, (18), 14. Nov. 18C101–18C535.
- Sean Garrett-Roe, Peter Hamm: What can we learn from three-dimensional infrared spectroscopy, Accounts of Chemical Research 2009, 42, 1412–1422.
- Accounts of Chemical Research 2009, 42, Issue 9, 1207–1469 (cela številka je posvečena koherentni večdimenzionalni optični spektroskopiji).
- David J. Scott, Christian S. Stohler, Christine M. Egnatuk, Heng Wang, Robert A. Koeppe, Jon-Kar Zubietta: Individual differences in reward responding explain placebo-induced expectations and effects, Neuron 2007, 55, 325–336.

Homeopatski pristop

- Homeopathy 2007, 96 (cela številka revije je posvečena spominu vode)
- Martin Chaplin: Water structure and science: <http://www1.lsbu.ac.uk/water/> (dostop: 21.11.2014)
- Marcus Z. Teixeira, Christina H. F. F. Guedes, Patricia V. Barreto and Milton A. Martins: The placebo effect and homeopathy, Homeopathy 2010, 99, 119–129.

Kritike homeopatskega pristopa:

- Ben Goldacre: Bad Science: <http://www.badscience.net/2007/08/490/> (dostop 21. 11. 2014)
- Ben Goldacre: Bad science, Harper Collins Publisher, London, 2009.
- Stephen Law: Believing Bullshit: How not to get sucked into an intellectual black hole, Prometheus Books, New York, 2011.

¹⁶ Med homeopatskimi »znanstveniki« so tudi francoski virolog in Nobelovec Luc Montagnier, Martin Chaplin iz London South Bank University ter Gerald H. Pollack iz University of Washington Seattle.

¹⁷ Stephen Law, filozof (Heythrop College, University of London). Urednik revije Think (The Royal Institute of Philosophy), ki je vir filozofije za splošno javnost. Misel je povzeta iz njegove knjige z naslovom: *Believing Bullshit: How not to get sucked into an intellectual black hole* (Prometheus Books, New York, 2011).