

Horia Lazarescu

Constantin Munteanu

Delia Cinteza

IMPORTANTA BALNEARA A IODULUI



Editura Balneara

- 2012 -

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

LĂZĂRESCU, HORIA

Importanța balneară a iodului / Horia Lăzărescu, Constantin Munteanu, Delia Cintează. -
București : Editura Balneară, 2012

Bibliogr.

Index

ISBN 978-606-93159-2-7

I. Munteanu, Constantin

II. Cintează, Delia

615.8:546.15

553.72



Published by

Editura Balneară - <http://bioclima.ro>

E-mail: secretar@bioclima.ro

B-dul Ion Mihalache, 11A, Sector 1, Bucharest, Romania

INTRODUCERE

Balneologia și recuperarea medicală completează arsenalul terapeutic alopatic cu o gamă largă de factori curativi naturali (ape minerale, nămoluri terapeutice, climat) și agenți fizici artificiali (electroterapie, hidroterapie, kinetoterapie, etc.) (2).

Metodele terapeutice specifice acestui domeniu medical, aplicate izolat sau complementar tratamentului medicamentos își găsesc indicația într-o gamă largă de afecțiuni, în anumite stadii de boală, având rol profilactic, curativ sau de recuperare, după cum se adresează organismului într-un anumit stadiu funcțional al bolii, în perioada de coalescență sau de cronicizare (2).

Eficacitatea curei balneare depinde în foarte mare măsură de stabilirea momentului optim al aplicării sale, de alegerea cât mai potrivită a stațiunii în funcție de profilul clinic al individului. Din acest considerent, evaluarea clinică inițială și recomandarea medicului de familie sau specialist sunt determinante.

Un tratament balnear administrat intempestiv poate deveni astfel nociv, discreditând o stațiune balneară și pentru a evita astfel de situații se impun unele restricții care constituie contraindicații speciale pentru fiecare grup de suferințe, dar și contraindicații generale, aplicate indiferent de afecțiune (2).

În patologia modernă domină bolile cronice care se grefează pe unele tulburări funcționale ale întregului organism și care scad capacitatea de rezistență a acestuia.

În orientarea modernă a terapiei, paralel cu tratamentul specific al diferitelor boli este necesar să se acționeze cu consecvență asupra întregului organism în scopul antrenării, adaptării și normalizării funcțiilor sale, derglate în cursul procesului patologic.

Asocierea tratamentului cu utilizarea altor factori naturali curativi și fizicali, alimentația adecvată precum și instituirea unui regim reconfortant, adecvat profilurilor bolilor tratate sau al profilului clinic al individului, permit instituirea unui tratament complex pe toate verigile sale – profilactic, curativ și de recuperare – și fac din stațiunile balneare adevărate „centre de sănătate”.

Trebuie subliniat că adevărata individualizare a tratamentului în stațiuni începe în momentul recomandării curei balneare de către medicul de familie sau specialistul în recuperare, medicină fizică și balneologie (2).

IMPORTANȚA TERAPEUTICĂ A APELOR IODURATE

Apa reprezintă un excelent dizolvant pentru multe substanțe și este mediul în care se desfășoară cele mai multe reacții chimice legate de metabolismul substanțelor și deci de viață. Rolul apei în organismul uman este foarte mare. Chimistii știu foarte bine ce se întâmplă când vor ca două substanțe să reacționeze între ele. În mod normal organismul uman are nevoie zilnic de 2 litri și jumătate de apă, dar uneori această nevoie poate fi de până la zeci de litri de apă.

Apa se elimină din organism în primul rând prin rinichi (1 litru și jumătate pe zi). De fapt pierderea aceasta variază între 0,6 - 2 litri pe zi. În unele cazuri se pot atinge valori foarte mari. Astfel, în boli cum ar fi diabetul pot fi eliminate cantități uriașe de urină (8 - 10 litri pe zi) .

Substanțele minerale patrund în organism odata cu aerul, apa și hrana. Insuficiența sau excesul a catorva minerale produc degradarea stării psihice și a tonusului muscular, mai întâi reactionând sistemul nervos central și periferic, apoi dezechilibrul care duce la boala se transmite și la alte sisteme, deoarece între ele este o strânsă interacțiune.

Unele minerale, cum ar fi calciul, magneziul, potasiul, sunt necesare în cantități mai mari. Mineralele și oligoelementele participa împreună în numeroase procese chimice din organism și au o acțiune sinergică.

Iodul (I) este absolut necesar pentru funcționarea glandei tiroide, iar manganul este necesar pentru funcționarea enzimelor digestive. Iodul - (necesar: 0,10 mg/zi la adult și 0,15 mg/zi la adolescenți și gravide); se găsește în: apa, cartofi, mazare, ciuperci, lăptuci, usturoi, ceapa, spanac, varza, morcov, ridiche, roșie, sparanghel, (0,8020 mg), banane, cireșe (0,35 mg), visine (0,38 mg), para (0,0050 mg), capsune (0,0030 mg), strugure, toate produsele oceanului, untura de peste, alge, galbenus, creșonul-izvoarelor (15-45 mg), fragi, sare de mare, peste de mare și oceanic (nu și de apă dulce), fasole verde. El reglează funcțiile glandei tiroide, calmează sistemul nervos și stimulează gândirea. Previne depozitarea colesterolului în artere. La animale este necesar pentru sinteza hormonilor tiroidieni: triiodtironina T3 și tiroxina T4.

Deficit: tiroidă, gusa, scăderea ritmului metabolic, obezitate. Este antisclerotic, hipotensor, antitoxic, bactericid, fungicid (contra ciupercilor), amebicid (contra protozoarelor).

Exces : firea devine mai iute, pornita pe ceață, nerăbdătoare. Cantități mari duc la: guturai, ameteală, dureri cap, hipertrofia glandelor submaxilare, tulburări de creștere, tulburări psihice, slăbirea părului și unghiilor.

Terapia hidrominerală prin ingestie – crenoterapia – se adresează îndeosebi afecțiunilor metabolice și ale căilor urinare. Indicațiile și metodologia de cură se bazează pe efectele farmacodinamice în etapa pre-resorbitivă și după resorbția apei în tubul digestiv.

Suferințele tubului digestiv dețin în societatea contemporană unul din principalele locuri în morbiditatea cu incapacitate temporară de muncă. Din explorările radiologice, endoscopice, bioptice, radioizotopice, electromanometrice, precum și investigațiile biochimice, au fost aduse date noi și valoroase asupra etiopatogeniei, diagnosticului și substratului anatomo-patologic, tratamentul conservator al acestor afecțiuni continuă să fie dificil.

Terapia etiologică fiind utilizată foarte rar, mijloacele terapeutice cu acțiune patogenetică și simptomatică printre care se înscriu și balneoclimatoterapia și fizioterapia, dețin principalul loc în tratamentul suferințelor digestive.

Utilizarea în acest scop a mijloacelor terapeutice igienico-dietetice, crenoterapeutice și balneohidrotermoelectroterapice de care dispun stațiunile balneare, au o veche tradiție în țara noastră.

Inclusă în planul terapeutic complex al unor afecțiuni digestive, stațiunea balneară intervine mai puțin asupra factorilor cauzali și mai ales asupra căilor de acțiune și modificările pe care aceștia le produc asupra organismului.

Deși multe din stațiunile balneoclimatice au posibilitatea de a pune la dispoziție medicului practician mijloace terapeutice în aproape toate afecțiunile tubului digestiv, un aport important îl aduc mai ales în gastroduodenitele cronice, ulcer gastric și duodenal, unele suferințe din cadrul stomacului operat pentru ulcer, unele diarei și constipații, precum și în tulburările funcționale ale colonului.

Din cauza evoluției particulare, îndelungate, a cadrului patologic complex al afecțiunilor digestive și mai ales a posibilităților reduse de evaluare și stabilire a unor bilanțuri funcționale, noțiunea de recuperare în patologia tubului digestiv este mai puțin precis conturată decât în patologia altor aparate.

În schimb, posibilitățile profilactice și curative oferite de stațiuni sunt deosebit de importante pentru practica medicală, datorită numărului foarte mare de bolnavi care beneficiază anual de tratament balnear.

Condițiile de suprasolicitare, alimentația nerațională cu mese neregulate și exces de alimente iritante, alcool, tutun, cafea etc, fac ca frecvența suferințelor digestive să fie foarte mare. Aceste suferințe

nesistematizate, de intensitate moderată, care nu deranjează foarte mult bolnavul constituie deseori preludiul viitoarelor afecțiuni digestive cu evoluție îndelungată, tratament dificil și zile numeroase de incapacitate temporară de muncă.

Administrarea de substanțe alcaline sub forma crenoterapiei cu apele minerale alcaline în doze corespunzătoare are influențe și mai profunde asupra metabolismului electrolitic.

În practica curentă de folosire a factorilor naturali ca mijloc terapeutic, observația clinică a stat la baza aprecierii eficienței curelor și rămâne și astăzi criteriul principal al indicației unei cure individualizate, însă o indicație corectă presupune în egală măsură, cunoașterea bolnavului și a factorului folosit. Cercetarea științifică modernă a apelor minerale urmărește atât caracteristicile lor fizico-chimică, cât și acțiunea lor farmacodinamică și terapeutică.

Apele minerale conțin o mare varietate de elemente chimice extrase din rocile prin care acestea s-au infiltrat. Moleculele sărurilor minerale sunt disociate în ioni și numai o parte a lor rămân nedisociate, respectivul sistem fizic fiind alcătuit dintr-un mediu de dispensare, apă, și dintr-o fază dispersă, ionii sau moleculele. Apa minerală este o soluție adevărată “optic goală”, particulele având dimensiuni sub un milimicron.

Apa este prezentă sub forme foarte variate de agregare moleculară, astfel că fiecare izvor mineral are, din acest punct de vedere, o individualitate proprie, în natură neexistând apă pură chimic. În apele minerale naturale întâlnim diferențe de structură și de ordonare a moleculelor de apă, iar existența în apă a ionilor determină rearanjarea moleculelor de apă și deci schimbarea structurii ei supramoleculare.

Tradiția balneară consideră apa proaspătă de la sursă, ca „apă vie”.

Din punct de vedere al stabilității lor fizico-chimice, unele ape minerale au o stabilitate mai mare decât altele, acest proces de metaplasie fiind studiat sistematic în balneologie.

Importanța cunoașterii tuturor cauzelor ce modifică echilibrul hidric și ionic al unei ape minerale se reflectă mai ales în adoptarea unei metodologii științifice de păstrare în condiții optime și cât mai îndelungată a unei ape minerale îmbuteliată.

Iodul (I-) provine din rocile sedimentare organogene, cu alge și diatomee foarte bogate în iod. Iodul prezent în apele fosile are, de asemenea, origine biogenă. Apele minerale iodurate trebuie să conțină cel puțin 1 mg/l iod. Majoritatea izvoarelor de cură internă conțin sub 10 mg/l iod, dar în apele de zacământ (Băile Govora) pentru balneatie întâlnim concentrații de peste 40 mg/l.

Iodul este prezent în mod natural în apă. Concentrația medie în apa de mare este de aproximativ 60 µg/l, dar variază de la loc la loc. Râurile conțin, de obicei, circa 5 µg/l de iod. Alge brune acumulează până la 0,45% (masă uscată) de iod. Corali, bureții de mare, scoici și peștii acumulează concentrații mari de iod, de obicei, în formă de tiroxina sau tiroxina tri-iod.

De-a lungul anilor au existat numeroase ipoteze, privind originea apelor minerale, dar numai doua teorii au fost acceptate: originea vadoasa sau meteoritica și originea magmatica sau juvenila.

Conform conceptului originii vadoase, apa minerala ar rezulta din apele superficiale meteoritice infiltrate în sol și dirijate în circuit subteran de rețeaua accidentelor tectonice, unde, sub imperiul gravitației, sunt obligate să patrundă adesea în scoarta terestră la adâncimi mari.

Pe tot parcursul lor, apele minerale spală rocile străbatute, achiziționând, prin dizolvare, săruri minerale și gaze libere aflate în zonele adânci ale apei (de exemplu CO₂).

Deși mai atractiv, conceptul originii magmatice sau juvenile a apelor minerale, conform căreia apa minerala ar proveni din zonele foarte adânci ale scoartei terestre și din cele ale mantalei superioare, își pierde treptat susținătorii. Ar fi vorba de apă provenită prin deshidratarea magmei sau o apă de sinteză chimică pe baza gazelor care însoțesc magma. Susținătorii acestui concept pleacă de la considerentul că magmele conțin mai multă apă decât rocile cristalizate din care provin.

Între cele două concepte s-a găsit o soluție mediatoare, conform căreia majoritatea apelor minerale au origine vadoasă și că se pot incorpora în unele zone adânci ale scoartei terestre cantități de elemente de origine juvenilă.

Apele minerale din România prezintă o mare varietate hidrochimică. Se desprind trei tipuri predominante de ape minerale: sărate, sulfuroase-sulfate și carbogazoase, în cadrul lor aparând, în funcție de natura rocilor levigate local, unele caractere hidrochimice secundare (fier, arsen, potasiu, calciu, magneziu, clor, etc.)

Apele minerale iodurate fac parte din categoria de ape minerale carbogazoase

Apele minerale iodurate se caracterizează prin apele care conțin iod în concentrație de 1—5 mg/l. Principalele stațiuni cu ape minerale iodurate din țara noastră sunt: Amara (cu o concentrație de iod 1,2 mg/litru), Baltătești (2,7 mg/l) și Băzna (3,8 mg/l). Deși cantitatea iodului este redusă, activitatea lui biologică este remarcabilă. Are o deosebită afinitate pentru focarele inflamatorii cronice și glanda tiroidă.

Datorită capacității sale de a dilata vasele arteriale, facilitând în acest fel circulația în zonele inflamate cronic, ușurează procesul de resorbție și

permite ameliorarea leziunilor degenerative locale. Totodata, este stimulata capacitatea de aparare a organismului, îmbunatatindu-se astfel, în mod eficient, mijloacele de reducere a intensitatii proceselor inflamatorii.

De asemenea, prin interventia directa a iodului în ameliorarea respiratiei celulare, se îmbunatateste si rezistenta acestora la agresiunea factorilor inflamatorii. Datorita proprietatilor descrise, apele iodurate sunt indicate în terapia afectiunilor cronice osteoarticulare, unde efectul maxim este obtinut prin asocierea curei hidrominerale interne celei externe.

Captarea iodului de catre tiroida, reprezinta un mijloc prin care activitatea acestei glande poate fi modificata, motiv pentru care apele iodurate sunt indicate în boala Basedow si gusa chistica.

Prin influentarea reactiilor metabolice, cura hidrominerala amintita este utila în terapia unor afectiuni ca de exemplu: guta si intoxicatiile cronice cu mercur si plumb.

De asemenea, prin stimularea captarii si degradarii colesterolului din peretii arteriali, apele iodurate încetinesc procesul de avansare a leziunilor de ateroscleroza. Baile minerale au o contributie deosebita în ameliorarea manifestarilor clinice din cadrul unor afectiuni ca cele reumatismale, circulatorii, nervoase, ginecologice si dermatologice . Iodul si celelalte saruri minerale continute în baia terapeutica se absorb în piele de unde sunt eliberate în mod treptat în circulatia periferica. Asupra acesteia se produce o ameliorare evidenta, datorata dilatarii vaselor arteriale din straturile profunde ale pielii si ale musculaturii scheletice de vecinatate. Prin reducerea rezistentei pe care aceste vase o opun în fata volumului de sange aruncat în circulatie cu fiecare contractie cardiaca, se constata scaderea tensiunii arteriale medii.

Totodată, apar îmbunătățiri indirecte ale circulației vaselor inimii și ale consumului cardiac de oxigen, în afecțiunile parazitare ale pielii (pitiriazis verzicolor), iodul mineral și-a dovedit eficiența prin ameliorarea până la vindecarea completă a leziunilor cutanate.

Prin stimularea circulației locale și reducerile proceselor inflamatorii, iodul intervine și în scăderea fenomenelor congestive genitale cronice (prostatite si metroanexite cronice). De asemenea, intervenind în refacerea structurilor celulare și în ameliorarea conducerii influxului nervos, cura hidrominerală iodurată facilitează tonifierea sistemului nervos periferic afectat de anumite boli cronice. Bolile reumatismale degenerative beneficiază și ele de efectele terapeutice ale băilor iodurate. Cele mai renumite stațiuni în care se pot practica astfel de băi sînt: Vulcana, Govora, Bazna, Sărata-Monteoru, Călimânești-Căciulata.

Apele minerale iodurate

În această categorie se încadrează apele minerale ce conțin cel puțin 1 mg iod/ litru apă. Nu există în natură ape iodurate pure: iodul se găsește în unele ape clorurate sodice sau bicarbonate; unele ape de tip sulfuros conțin mici cantități de iod.

Iodul din apă provine din rocile sedimentare sau are la origine flora sau fauna mărilor de odinioară. În apele subterane sărate concentrate, iodul se găsește în concentrație mare (40-70 mg/l). Apa minerală sărată iodurată concentrată se folosește numai în cura externă.

Băile sărate-iodurate sunt indicate în bolile reumatice degenerative, în reumatismele abarticulare sau în bolile neurologice periferice. Afecțiunile ginecologice cronice, unele boli de piele beneficiază, de asemenea de cura cu apele sărate-iodurate.

Stațiunile cu astfel de ape minerale sunt: Bazna (50-70 mg iod/l), Băile Govora (50-70 mg iod/l), Bălătești (4-5 mg iod/l), Sărata Monteoru (30 mg iod/l).

Iodul mai este prezent în numeroase izvoare minerale de slabă concentrație și care sunt folosite în cura internă. Ingerat odată cu apa minerală, iodul își exercită acțiunea farmacodinamică datorită concentrării acestuia în țesutul limfatic, în tiroidă și în ficat.

Asupra mucoasei digestive exercită un efect congestiv și stimulează secrețiile. Funcția tiroidiană este influențată de cura internă cu apele iodurate. Cura cu apă iodurată este indicată în hipofuncții tirodiene cu carență de iod sau hipofuncții cu pierderi de iod, precum și în afecțiuni metabolice cu ateroscleroză, în gută și hiperuricemie.

Ape ce conțin iod și sunt folosite în cura internă se întâlnesc la Băile Olanești (Izvoarele: 5, 7, 8, 10, 11, 14, 19) și la Călimănești la (Izvoarele 6,8 Păușă) Cozia (Izvoarele 1,3).

O cură externă cu ape iodurate (băi zilnice, în stațiuni), cel puțin o dată pe an, timp de 18-20 de zile, este recomandată în cazul reumatismului, cât și pentru vasodilatație și scăderea tensiunii arteriale.

În cură internă (ingestia anumitor cantități de apă minerală, în funcție de recomandarea medicului), apele iodurate sunt recomandate de în caz de hipertiroidie cu gușă, intoxicații cu plumb sau mercur, cât și pentru creșterea imunității. Inhalatiile cu ape iodurate au efecte benefice și în cazul rinitelor.

Govora este una din cele mai bogate stațiuni în ape iodurate și bromurate din Europa. Moret o citează a doua în Europa, după Pechelpronne din Alsacia cu 562 mg la mie de brom și 42 mg la mie iod.

Stațiunile cu astfel de ape minerale sunt:

Băile Govora - apele din Govora contin pana la 38,3 mg la mie brom si iod pana la 41,8 mg la mie. Atat iodul cat și bromul sunt de origine organica, rezultate din putrezirea micilor alge. Calciul și magneziul pe care aceste ape il conțin în cantitate destul de mare și anume: calciul 15-3,3 la mie si magneziu 0,77-1,05g la mie se datoreaza nisipurilor si gresiilor. Caracteristica apelor de zăcămant este, de asemenea, prezența amoniului. Aceste ape nu contin hidrogen sulfurat, sunt ape captate în sonde, la adancimi de la 90-1860 m. Fiecare debiteaza intre 40-160 m³ de apa in 24 de ore. Apele clorurate-iodurate-bromurate din sonde sunt ape vechi, fosile, formand panze-pungi si stau straturi permeabile in nisipuri.

Apele izvorului de cura interna slab mineralizate sunt caracterizate printr-o concentratie mica de hidrogen sulfurat si clor, dar bogate in bicarbonati. Ele apar din depozitele sarmatiene destul de abundente pe valea Hintel, care sunt formate spre baza din marne negricioase, urmate apoi de bancuri de nisip, cu pachete de marne si intercalatii de gresii. De aceste depozite sunt deci legate apele sulfuroase slab mineralizate precum si panza de apa dulce.

Statiunea Calimănești-Căciulata - este indicata in tratamentul bolilor digestive (gastrita cronica cu hipoaciditate, constipatie cronica, colita cronica), al bolilor hepatobiliare (dischinezie biliara, colicistita cronica care prezinta sau nu calculi, hepatita cronica, pancreatita cronica, starii postoperatorii in bolile ficatului), boli ale sistemului renal si urinar (litiasa la rinichi, pielonefrita cronica termal = 41°C si infectii urinare), tulburari metabolice si nutritionale (diabet melitus, stari hiperuremice, obezitate), in afectiuni respiratorii (bronsita, traheobronsita cronica), in boli ale sistemului nervos periferic (pareza, sechele ale poliomielitei), stari reumatismale (spondiloza, artroza, poliartroza, tendinita), stari post-traumatismale (dupa entorse, luxatii si fracturi), boli ginecologice (sindrom ovarian cauzat de menopauza), boli O.R.L. (rinosinuzita cronica, laringita cronica alergica etc.), boli dermatologice, cardiovasculare si de alta natura.

Factorii de cura naturala sunt reprezentati de clima protectoare si izvoarele (descoperite in 1827) de ape minerale sulfuroase, clorate, bromate, cu sodiu, calciu, magneziu, slab bicarbonatate, in principal hipotonice, cu concentratie, compozitie chimica si temperatura variabile (mineralizare intre 0.5 si 11.5 gr/l; atermale, mezotermale 41°C si hipertermale 49.5°C) si cu un continut de hidrogen sulfurat (H₂S) de 7.5 mg/l.

Totodata Calimanesti- Caciulata este si un important centru de imbuteliere a apei minerale. Cantitatea de apa imbuteliata este intre 500-600 l/zi.

IODUL

Scurt istoric.

Este descoperit de chimistul francez Courtois care efectueaza experimente pe plantele de varech, niste alge marine move, unde în cenușa lor observa niste cristale de un mov stralucitor pe care i le dă chimistului N. Clement pentru a le analiza (1811-1812).

În 1813 N.Clement, Davy și Gay-Lussac, au cercetat cristalele pentru a lamuri caracterul elementar al iodului. În 1820 Courtois împreuna cu J.B. Dumas și medicul elvetian J.F. Coindet, propun întrebuintarea iodului la tratarea gutei, iar J.B. Dumas introduce și tinctura de iod ca dezinfectant.

Courtois a împărțit mostre din noul element chimic prietenilor săi, Charles-Bernard Desormes și Nicolas Clement, ambii chimiști, care au întreprins o serie de investigații sistematice. În anul 1813, la data de 29 noiembrie, aceștia au prezentat iodul la Institutul Imperial Francez. Faptul că acesta era un nou element a fost dovedit de către Joseph-Louis Gay-Lussac și confirmat de către Humphry Davy. La 10 decembrie 1813, Davy a trimis un raport Societății Regale din Londra, care a fost citit la reuniunea din data de 20 ianuarie 1814.

Astfel, inițial, britanicii au crezut că Davy a fost primul care a demonstrat că iodul este un element nou, neștiind de dovada paralelă a lui Gay-Lussac. Polemica asupra priorității descoperirii a continuat până la împlinirea centenarului descoperirii în 1913. Mostre autentice de iod ale lui Courtois au fost expuse la eveniment, iar contribuția sa la descoperire a fost în final recunoscută. Chiar și așa, Gay-Lussac a fost primul care avea să afirme că iodul este un element chimic nou, fiind cel care i-a dat numele actual, de la grecescul iodes, ce înseamnă „violaceu”.

Structura atomica

Structura atomului de iod este determinată de numărul nucleonilor din nucleul atomic, astfel că pentru izotopul său natural, ^{127}I , iodul are 53 de protoni și 74 de neutroni. Numărul neutronilor poate varia de la 55 până la 91, în funcție de izotop. Raza atomică medie este de $140\text{\AA}$, iar volumul molar al iodului chimic pur, în condiții fizice normale, este de $25,74\text{ cm}^3/\text{mol}$. Raza covalentă este de $1,33\text{\AA}$.

Iodul prezintă 37 de izotopi, dintre care doar unul este stabil, ^{127}I .

Izotopul ^{129}I este similar celui de clor, ^{36}Cl . Este un halogen solubil, nereactiv, existând ca anion și produs de reacții cosmogenice și termionucleare. În studiile hidrologice, concentrațiile de ^{129}I sunt raportate la cantitatea de ^{129}I și cea totală de iod (care ar fi cea de ^{127}I).

La fel ca și $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$, $^{129}\text{I}/\text{I}$ este întâlnit în proporții mici. ^{129}I diferă de ^{36}Cl prin timpul de înjumătățire, care este mai lung decât cel al clorului (15,7 milioane de ani față de 0,301 milioane de ani). Este foarte biofilic, apărând în multiple forme ionice (în mod obișnuit, I^- și ionul iodat IO_3^-) ce au caractere chimice diferite. Acest lucru face ca ^{129}I să fie asimilat mai ușor în biosferă prin încorporarea acestuia în vegetație, sol, lapte, țesuturi animale, etc.

Excesul de ^{129}Xe stabil din meteoriți a fost clasificat ca rezultat al dezintegrării izotopului primordial de iod-129, produs de supernove, creând praful și gazele din care a fost format Sistemul Solar. ^{129}I a fost primul radionuclid dispărut care a fost identificat în Sistemul Solar timpuriu. Dezintegrarea sa este la baza datării radiometrice a izotopului I-Xe (Iod-xenon), care acoperă o perioadă de 85 milioane de ani din evoluția Sistemului Solar.

Asezarea în Sistemul Periodic.- configuratie electronica: $Z=53$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4d^{10} 4p^6 5s^2 5d^6 5p^5 6s^2$ - electronegativitate: 2,5- masa atomica: 126,9- stare de oxidare:1 - caracter chimic amfoter3.

Stare naturala si raspandire.

Iodul este relativ răspândit în natură, fiind al 47-lea element chimic ca abundență în scoarța terestră, însă este foarte dispersat în aceasta, aspect care îngreunează extragerea sa. Principalele surse naturale de iod sunt zăcămintele de salpetru de Chile (NaNO_3) și salpetru de India (KNO_3), fiind întâlnit chiar și în proporție de 1%.

Iodurile însoțesc clorurile și bromurile, însă în acestea sunt prezente în concentrații mai mici. Cantități mari de iod se întâlnesc în apa mărilor, deși concentrația medie de iod în apă este de numai 2–3 mg I_2/l . Concentrarea iodului din apă de către algele marine explică prezența elementului în cenușa acestora (sub formă de iodură de potasiu în concentrație de până la 0,4%). Apele sondelor petroliere conțin 25–60 g I_2/m^3 ; unele ape minerale conțin de asemenea iod.

Compușii organoiodici sunt sintetizați de formele de viață marine, cel mai răspândit compus fiind iodometanul. Cantitatea totală de iodometan produsă anual de mediul biogenerator marin este de 214 kilotone.

Iodometanul volatil este descompus prin reacții de oxidare în atmosferă, instaurându-se astfel un circuit natural al iodului. Deși este un element prezent în concentrații reduse, varecul și alte plante stochează iodul, introducându-l astfel în lanțul trofic.

Iodul însoțește Cl_2 și Br_2 în natura. În cantitate redusă este răspândit sub forma de combinații în cele trei regnuri.

În apa mării se găsește în proporție de 2,5 mg/l, în medie, ca iod de origine organică, apoi în cenusa tuturor plantelor marine, în unii bureți și corali, ca și în unele alge (varech, focus, goemon, laminaria sau varza de mare). Aceste plante au proprietatea de a absorbi iodul din apa mării și de a-l acumula în țesuturile lor. În cenusa acestora, regăsim iodul ca iodură de potasiu, în proporții ce ajung până la 0,4%.

Tot ca iod organic se găsește în glanda tiroidă (TIROXINA) lipsa lui dă gusa la naștere. Se mai găsește iod sub formă de ioduri și iodati; el apare în salpetrul de Chili (0,05-0,1) și în unele ape petrolifere (10-100 mg iod/l). De asemenea, găsim iod în cantități mici în unele ape minerale. Îl mai găsim și în vegetale: usturoi, ceapă, spanac, morcovi, roșii, pere, struguri.

În jur de 400.000 de tone de iod sunt produse de către ocean sau organismele marine pe an.[33] Cea mai mare parte din această cantitate este depozitată pe sol, unde devine o parte a ciclului biologic. Microorganismele din sol au un rol semnificativ în această activitate, iar ciupercile sunt cunoscute pentru acumularea iodului, deși o parte din el se reîntoarce în oceane prin râuri. S-a arătat că plantațiile de orez emit iodură de metil — CH_3I — și că acestea conferă 4% din iodul atmosferic.

Preparare.

Din cenusa algelor marine care se tratează cu apă se extrage iodura de Na și din aceasta:

- cu clor: $2\text{NaI} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{I}_2$ - cu acid azotos în prezența acidului sulfuric: $2\text{NaI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ $2\text{HNO}_2 + 2\text{HI} = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO} + \text{I}_2$ - prin oxidare cu piroluzită, bicromat de K etc. Cu piroluzită, în prezența acidului sulfuric $2\text{NaI} + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$ Cu bicromat de potasiu, în prezența acidului sulfuric: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4$ $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}$ $2\text{NaI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ $2\text{HI} + \text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$ În total: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NaI} = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}$ Cu clorura feroasă, care se reduce în clorură feroasă: $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$

Îl mai poate fi scos din ioduri sau din acidul iodhidric chiar și cu ajutorul unor oxidanți:

$2\text{KI} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{I}_2 + 2\text{KOH} + \text{O}_2$ $2\text{HI} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (servește la recunoașterea H_2O_2) La temp. camerei O_2 din aer descompune încet Acidul iodhidric: $4\text{HI} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{I}_2$

Mai poate fi extras din apele de cristalizare ale salpetrului de Chili, în care I se găsește și sub formă de iodat de Na NaIO_3 . Extractia se face astfel:

$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$ $\text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{HIO}_3$ $5\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{HIO}_3 = 5\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$

Proprietati fizice.

Iodul este solid, cenușiu-negru, cu aspect cristalin și cu luciu metalic. Se prezintă sub formă de lame cristaline. Sublimează pe la 100 °C. Tensiunea de vapori a iodului este mare chiar la temp. camerei. Vaporii lui sunt violenti. Se dizolvă foarte greu în apă obișnuită și ușor în apă ce conține KI. La fel se dizolvă în alcool, eter sau acetona, dând o sol. brună, datorită moleculelor tetraatomice.

Solubilitatea sa în sol. de KI se datorează formării unui compus de adiție: $KI + I_2 = KI_3$

Urmele de iod dau cu o sol. de amidon solubil o culoare albastră intens, culoare ce dispare la cald și apare la rece. Greutatea specifică I este de 4,93; se topește la 113,7 °C și fierbe la 184,5 °C. Iodul lichid este de culoare brună și se obține printr-o încălzire rapidă a I solid la pres. ridicată. La temp. înalte molecula disociază: $I_2 = 2I$

Molecula de iod este diatomică, iar disocierea termică a acesteia are loc la temperaturi mai mari de 680 °C. La 1600 °C, disocierea este totală.

O altă proprietate fizică a iodului este solubilitatea scăzută în apă: în condiții fizice normale, solubilitatea relativă a iodului în apă este de 1:6000, la temperatura de 20 °C este de 1:3450, iar la 50 °C are valoarea de 1:1280. Dizolvându-se, formează apa de iod, de culoare galbenă-brună. Pe de altă parte, iodul este ușor solubil în solvenți organici oxigenați, formând soluții colorate în brun, datorită reacțiilor de solvatare sau în solvenți organici neoxigenați, cu care formează soluții colorate în violet. Solubilitatea mare a iodului în solvenții organici nemiscibili cu apa este utilizată în extragerea acestuia din soluții apoase. Iodul se dizolvă ușor în soluții apoase concentrate de ioduri alcaline sau acid iodhidric, dând soluții brune, datorită formării ionului I_3^- . Această proprietate este folosită la prepararea tincturii de iod în farmacii.

Proprietati chimice.

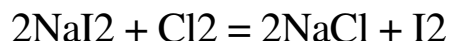
Având o afinitate mai mică față de electroni decât clorul și bromul, iodul prezintă electronegativitatea 2,5, fiind astfel prezent caracterul electronegativ inferior bromului, reacționând mai puțin violent.

Iodul reacționează direct cu unele nemetale, cu hidrogen, metale și substanțe compuse și se combină direct cu sulful și fosforul.

Reacția iodului cu fluorul are loc la temperatura camerei, formându-se pentafluorură de iod. La 250 °C aceeași reacție conduce la formarea

heptafluorurii de iod. Prin controlarea condițiilor de reacție ($-45\text{ }^{\circ}\text{C}$, suspensie în CFCI_3), este posibilă izolarea trifluorurii de iod.

Are afinitatea chimică cea mai redusă dintre halogeni. Datorită acestui fapt F_2 , Cl_2 și Br_2 scot iodul din compuşii săi:



Energia acestuia de combinare este mai mică, se combină direct cu toate elementele în afara de oxigen, azot, carbon etc., cu H se combină în prezența negrului de platina. Cu cuprul se combină la temperatura camerei formând Cu I . (Idem Hg).

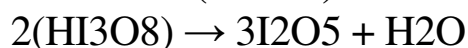
Cu hidrogenul reacționează la $440\text{ }^{\circ}\text{C}$ formând acid iodhidric. Cu oxigenul nu se combină direct, însă compușii săi oxigenați sunt mai stabili decât cei analogi clorului și bromului.

Cu unele metale, precum fierul sau mercurul, reacționează la temperatura obișnuită, formând iodurile respective. Față de apă, hidroxizi alcalini și hidrocarburi se comportă în mod analog cu clorul și bromul.

Acidul azotic oxidează iodul, formând acidul iodic, care la temperatura camerei este o substanță solidă cu cristale lucioase:



La încălzire, acidul iodic, prin pierdere parțială de apă, la temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ se topește. La temperatura de $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, acidul iodic se deshidratează complet, formând pentaoxidul de iod:



Caracterul oxidant al iodului este inferior celor doi halogeni. Astfel, tiosulfatul de sodiu este oxidat la tetratona de sodiu și nu la sulfat, ca în cazul clorului:



Reacția este cantitativă și stă la baza iodometriei, metodă de analiză frecvent utilizată în chimia analitică.

Iodul formează cu amidonul, mai precis cu amiloza din acesta, un compus de incluziune de tip aduct, cu o compoziție încă necunoscută. Ca și structură, macromoleculele de amiloză adoptă o configurație de tip helix în care spațiul interior cu diametrul de $5\text{ \AA}$ este ocupat de atomii de iod care se leagă prin intermediul unor catene liniare, de culoare albastră-intensă.

Prin încălzirea lui la $70\text{--}100\text{ }^{\circ}\text{C}$, culoarea dispare și re apare la răcire. Amilopectina din amidon, cu structura macromoleculară ramificată cu lanțuri legate între ele prin intermediul grupărilor aldehidice CH_2 , formează un complex de culoare violacee-purpurie. Aceasta este o reacție utilizată în identificarea iodului

Da o reacție exotermă cu H_2S în soluție și o reacție endotermă cu H_2S în stare gazoasă : $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 = 2\text{HI} + +17 \text{ cal (în sol.)}$ $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 = 2\text{HI} - 17 \text{ cal (în st. gaz.)}$

Cu amoniacul în soluție, iodul dă azot și iodura de azot amoniacală $\text{NI}_3 \cdot \text{NH}_3$ care este o substanță explozibilă.

Devine mai vizibil caracterul sau electropozitiv, din care cauza comportarea sa se deosebește și mai mult de ceilalți halogeni: $2\text{KClO}_3 + \text{I}_2 = 2\text{KIO}_3 + \text{Cl}_2$. Din această reacție reiese afinitatea mai mare a acestuia pentru O decât Clorul.

Iodul introdus în apă reacționează ca un oxidant indirect: $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HI} + \text{HIO}$ $2\text{HIO} = 2\text{HI} + \text{O}_2$

Iodul oxidează în apă acidul sulfuros în acid sulfuric sau sol. de sulfit se oxidează dând sulfat, iar sol. de tiosulfati alcalini dau tetratiți:

$\text{HIO} + \text{H}_2\text{SO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HI}$ $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$. Reacție folosită în chimia analitică cantitativă.

Proprietăți fiziologice și rolul în organism. În cantități mari irită pielea, ataca căile respiratorii, ochii, și, în general organismul.

După cum plantele marine au însușirea de a extrage iodul din apa de mare, animalele superioare rețin cantități extrem de mici de iod din alimente și apă; iodul se acumulează în glanda Tiroidă ajutând la buna funcționare a organismului, și anume stimulând procesele de asimilație și reglând schimbul de substanțe.

În organism, iodul este întâlnit în organismul uman în glanda tiroidă; alte organe care prezintă concentrații de iod sunt glandele salivare, stomacul, glanda pituitară și ovarele. În tiroidă, iodul este folosit la sinteza hormonilor tiroxinei și triiodotironinei, hormoni care au rol reglator al anumitor funcții metabolice, în special în controlul temperaturii.

Organismul persoanelor din societățile dezvoltate asimilează iodul din hrană în proporție mai redusă decât persoanele din comunitățile tradiționale, din cauza diferențelor în compoziția alimentației. Laptele este o sursă majoră de iod, nivelul acestuia dublându-se în anii recenti, deoarece hrana vițelilor este suplimentată cu iod și pentru că înainte de muls ugerile sunt dezinfectate cu antiseptice pe bază de iod. Alimentele cele mai bogate în iod sunt codul, scoicile, creveții, heringul, semințele de floarea-soarelui, algele și ciupercile. Consumul unor alimente, precum cartofii dulci, poate contribui la diminuarea asimilării iodului în organism, acest proces metabolic afectându-i în primul rând pe cei care locuiesc în zone cu deficit de iod.

Iodul este necesar în mod special în primele 3 luni de sarcină pentru dezvoltarea sistemului nervos al copilului, mamele cu deficiență de iod putând să nască copii cretini.

În anul 1820, francezul Jean-François Coindet a fost primul care a folosit iodul în medicină, sub forma unei tincturi (en) de iod și iodură de potasiu, acesta folosind-o ca un medicament pentru combaterea gușii endemice. El a observat că tratamente tradiționale contra gușii constau în consumarea cenușii de alge, iar din moment ce alga era bogată în iod, acesta ar fi fost ingredientul activ. A avut dreptate, însă, deoarece pacienții care au primit tinctură de iod ca medicament au suferit dureri gastrice severe din cauza efectelor iritante ale acesteia, tratamentul fiind abandonat.

Cu toate că soluția de iod a eșuat ca remediu pentru gușă, ea a devenit un tratament acceptat pentru rănilor deschise, chiar dacă nu se știa la vremea aceea că eficacitatea acestuia se datora proprietăților sale antiseptice. O perioadă, iodul și compușii iodici organici au fost folosiți pe scară largă ca antiseptice și dezinfectante; cu timpul, aceștia au fost înlocuiți cu preparate mai puțin agresive.

În 1830 a fost stabilită o altă legătură între gușă și nivelul de iod, observându-se că în regiunile în care gușa era endemică rezervele de apă aveau un conținut redus de iod, dar încercările de la mijlocul secolului al XIX-lea de vindecare a gușii cu ajutorul acestui element a fost abandonată când pacienții au început să sufere vizibil din cauza excesului de iod.

În anul 1850 s-a stabilit că iodul este un element chimic esențial pentru organisme vii. Necesarul zilnic de iod este de 100–200 μg. Importanța acestuia la om și animale se manifestă prin biosinteza hormonilor tiroidieni (tiroxina și triiodotironina) și prin prevenirea formării gușii. Cantitatea minimă de iod absorbită pentru a preveni gușa este de 70 micrograme pe zi. În Regatul Unit, valoarea de referință este dublă ca măsură de precauție. Limita superioară de siguranță este de 1 mg/zi, existând riscul afectării tiroidei în cazul depășirii acestei doze.

Existența iodului în glanda tiroidă a fost demonstrată de către un medic, Dr. Bauman, care, după ce a vărsat acid azotic concentrat pe un fragment de glandă tiroidă, a observat vapori de iod ce se degajau din țesutul descompus. Cu toate acestea, abia în 1916, un biolog american, David Marine, din Ohio, a indicat că gușa endemică ar putea fi tratată și prevenită cu iod ca supliment alimentar, cea mai bună cale de a face asta fiind adăugarea lui în sare. Sarea iodată a fost introdusă în SUA în anul 1930 și în următoarele două decenii gușa a fost eradicată în această țară.

S-a estimat că deficiența de iod din alimentație afecta 750 de milioane de oameni în lumea dezvoltată în 1990, iar din aceștia 10 milioane sufereau

de cretinism. Cei mai expuși la acest risc sunt persoanele din China și India, unde datorită practicării culturilor agricole intensive timp de secole, apa potabilă și solul au fost săracite în iod.

OMS și UNICEF au inițiat și promovat diverse campanii pentru încurajarea consumului sării iodate în anul 2000 și multe țări unde există această deficiență au reglementat pe cale legală obligativitatea procesatorilor de sare de consum de a livra pe piață numai sare iodată.

Carența de iod prezintă următoarele manifestări: hipotiroidie, nanism tiroidian, activitate cerebrală diminuată, gușă endemică, anemie, mixedem, obezitate, piele îngroșată și uscată, senzații de frig.

Excesul de iod în organism conduce spre hiperfagie (deși bolnavii cu hipersecreție de hormoni tiroidieni scad în greutate datorită catabolismului stimulat prea puternic), supraexcitare corticală (iritabilitate și nervozitate ce conduc până la tremurături ale mâinilor), senzații permanente de cald (ce au ca efect intoleranța la cald) și exoftalmie (produsă de un mucus ce împinge globul ocular din orbită până când pleoapele nu se mai pot închide complet și, datorită uscării corneei, aceasta devenind opacă, în cazurile grave putând să apară orbirea). Experimentele pe șobolani au pus în evidență incidența asupra fertilității sexului feminin.

Poate fii util impotriva: gusii, hipotiroidismului, reumatismului, obezitatii, afectiunilor pulmonare, tuberculozei. In cazul tulburarilor de imbatranire, terapeutica iodata esre inzeestrata cu reale puteri de reintinerire. Nu este recomandabil sa luati un supliment de iod fara prescriptie medicala. Se recomanda absorbtia iodului in organism sub forma alimentatiei naturale.

Intrebuintari.

Sub forma de tinctura de iod sau iodoform CHI₃, este intrebuintat ca dezinfectant , iar sub forma de compusi minerali sau organici este intrebuintat ca medicament sau in alimentatie.Este intrebuintat, de asemenea, in industria fotografica si in industria culorilor. Are efect energizant si mareste capacitatea mentala asigura sanatatea parului, ungiilor, pielii si dintiilor.

Determinarea indicelui de iod

Lipidele animale si vegetale, contin in molecula radicali acil proveniti de la acizii grasi saturati si nesaturati, in diferite proportii. Gradul de nesaturare a unei grasimi se apreciaza prin indicele de iod. Indicele de iod este o valoare care reprezinta cantitatea de iod exprimata in grame, ce se aditioneaza la 100g lipida. Aceasta valoare se poate determina experimental, prin anumite metode.

Metoda Hubl

Principiu: O proba de lidipa cantarita la balanta analitica, se trateaza cu o cantitate cunoscuta de iod.Excesul de iod ramas neaditionat, se titreaza cu o solutie de trisulfat de sodiu in prezenta iodurii de potasiu, utilizand drept indicator, amidonul.

$$F_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = \frac{V_1}{V_2}$$

$F_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ - factorul de corectie al solutiei de tiosulfat de sodiu 0,1N

V_1 – volumul solutiei de dicromat de potasiu 0,1N luat in lucru

V_2 – volumul solutiei de tiosulfat de sodiu 0,1N consumat la titrare

$$I_i = \frac{(V_m - V_p) \cdot F \cdot 0,0127 \cdot 100}{p} = \text{gioid / 100g material lipidic}$$

V_m – volumul solutiei de tiosulfat de sodiu 0,1 N necesara titritii probei martor

V_p – volumul solutiei de tiosulfat de sodiu 0,1 N utilizat la titrarea probei de analizat

F – factorul solutiei de tiosulfat de sodiu 0,1 N

0,0127 – cantitatea de iod care este se titreaza cu 1 ml solutie de tiosulfat de sodiu 0,1 N

p – cantitatea de material lipidic, in g, luat in analiza.

Metoda Hanus

$$I_i = \frac{(V_m - V_p) \cdot F \cdot 0,00635}{p} \cdot 100$$

V_m – volumul solutiei de tiosulfat de sodiu 0,1 N necesara titritii probei martor

V_p – volumul solutiei de tiosulfat de sodiu 0,1 N utilizat la titrarea probei de analizat

$(V_m - V_p)$ – volumul soluției de tiosulfat de sodiu 0,05 N, ce corespunde cantității de iod aditionat

F – factorul de corecție al soluției de tiosulfat de sodiu 0,05 N

0,00635 – reprezintă cantitatea de iod titrată cu 1 ml soluție tiosulfat de sodiu 0,05 N și se deduce după relația:

$$T_{\text{iod}} = m \cdot E \cdot N = \frac{127}{1000} \cdot 0,05 = 0,00635 \text{ g iod}$$

p – cantitatea de material lipidic, în g, luat în analiză

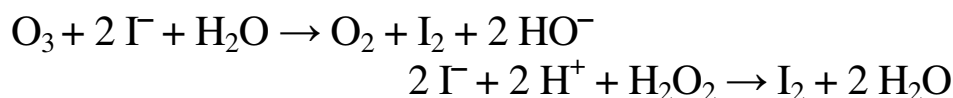
Iodul face parte din grupa VII-a a sistemului periodic, are numărul atomic $Z=53$, învelișul de electroni $[\text{Kr}]4d^{10}5s^2p^5$, punctul de topire $+113,7^\circ\text{C}$, punctul de fierbere $+184,5^\circ\text{C}$ și se poate găsi în următoarele stări de oxidare: -1, +1, +3, +5, +7.

Stare naturală. Apa de mare conține iod în concentrație foarte mică (0,05 mg/l), legat în cea mai mare parte organic. Plantele marine extrag iodul din apa de mare. Iodul se regăsește în cenușa acestor plante sub formă de NaI.

Salpetrul de Chile conține iod (cca. 0,1%) sub formă de iodat de sodiu, NaIO_3 . Aceasta este principala sursă industrială de iod. Se mai găsește iod, ca ion de iodură, în cantități variabile ($7\text{--}46 \text{ g/m}^3$) în apele fosile care însoțesc petrolul și, în concentrații mai mici, în unele ape minerale.

Iodul apare, în concentrații foarte mici, în toate viețuitoarelor și este indispensabil pentru viața acestora. La animalele superioare, iodul este concentrat în glanda tiroidă și anume într-un hormon secretat de această glandă, o proteină numită tireoglobulina. Lipsa de iod în apa de băut, în special în unele regiuni muntoase, determină apariția, la populația acelor regiuni, a unei maladii numită cretinism sau gușă.

Obținere. Iodul molecular se obține din ioduri prin deslocuire cu clor, întocmai ca și bromul. Având un potențial de oxidare mult mai puțin negativ decât ceilalți halogeni, iodul este pus în libertate din ioduri și din acidul iodhidric, chiar de oxidanți slabi, care nu pun în libertate clorul și bromul din cloruri și bromuri, de ex. de ozon, de peroxidul de hidrogen, de acidul azotos și de mulți alți oxidanți, printre care și dicromatul de potasiu, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ în soluție acidă. Chiar oxigenul din aer oxidează încet soluția de acid iodhidric, la temperatura camerei, formând apă și iod.



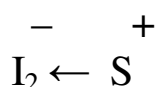
Reacțiile oxidanților cu ionul de iodură sunt cantitative. De aceea servesc, în chimia analitică, pentru dozarea acestor oxidanți. În această metodă analitică, numită iodmetrie, iodul molecular eliberat de un oxidant este titrat cu o soluție de tiosulfat de sodiu cu titru cunoscut.

Punctul final al titrării se recunoaște prin adăugarea, înainte de sfârșitul titrării, a unei cantități de amidon, care dă cu iodul, chiar în concentrație foarte mică (când culoare galbenă a iodului liber este imperceptibilă cu ochiul liber), o colorație albastră. Colorația dispare când tot iodul este consumat.

Proprietăți fizice și chimice. Iodul se prezintă, la 25⁰ și 1 atm., sub forma unei foițe cristaline sau plăci lucioase, de culoare brună închisă aproape neagră. Densitatea este 4,94 g/cm³. La slabă încălzire sau chiar la temperatura obișnuită, iodul degajă vapori violeti (ioeides = vioriu). Iodul sublimează înainte de a se topi. La partea superioară a borcanelor conținând iod, se depun, după câțva timp, cristale de iod.

Iodul este greu solubil în apă (1/5500), în schimb se dizolvă ușor în solvenți organici. Soluțiile în sulfură de carbon, tetraclorură de carbon și cloroform au culoare violetă; soluțiile în alcool, eter, acetonă și în amine terțiare, ca (CH₃)₃N, sunt brune; iar soluția în benzen este violet-brună.

La dizolvarea iodului în anumiți solvenți, ca hidrocarburi aromatice sau substanțe cu molecule conținând heteroatomi cu electroni neparticipanți, spectrul electronic al iodului se schimbă, față de cel al vaporilor de iod sau al soluțiilor de iod în solvenți “inerți” (de ex. CCl₄). În afara unor deplasări ale benzii de absorbție din regiunea vizibilă a spectrului (care produc schimbările de culoare menționate mai sus), apare în domeniul ultraviolet o bandă nouă, de intensitate foarte mare, care nu există nici în spectrul iodului, nici în spectrul solventului pur. Cu ajutorul spectrelor electronice s-a pus în evidență în cazul iodului (și a altor substanțe) o interacțiune de tip special între moleculele acestuia și cele ale solventului, cu formarea unor așa-numiți complecși de transfer de sarcină (Mulliken, 1951). În acești complecși molecula solventului donează unui receptor (de ex. moleculei de iod) electroni, care provin dintr-un orbital π extins (în cazul hidrocarburilor aromatice) sau dintr-un orbital de nelegătură (electroni neparticipanți, la alcooli, amine, etc.) Structura complexului este apropiată de formula limită (S = moleculă de solvent):



dar electronul nu este transferat total de la solvent la molecula acceptoare.

Benzile de absorbție din ultraviolet, menționate mai sus pentru iod (dar care în alte cazuri pot apărea în regiunea vizibilă a spectrului), se datoresc tranzației unui electron de la molecula solventului la cea a iodului (sau, în general, a moleculei acceptoare). Ele se deosebesc astfel de tranzațiile electronice obișnuite, în care electronul trece de pe un nivel energetic pe altul, în cadrul aceleiași molecule. În starea excitată electronic, obținută prin absorbția unei cuante de lumină, transferul electronului de la donor la acceptor este complet, în sensul formulei limită de mai sus.

Complecși de tranfer de sarcină, mai puțin stabili, formează și ceilalți halogeni. Se cunosc de asemenea, astfel de complecși în care acceptorul este o substanță organică. În unele cazuri s-au izolat complecși de transfer de sarcină cristalizați.

Cu amidonul iodul dă, chiar în concentrații foarte mici, o colorație albastră intensă. Amidonul este constituit din macromolecule, de forma unor panglici lungi, încolăcite ca elice (comparabile cu o bandă metalică răsucită în jurul unei vergele). În spațiul interior (cu diametrul de cca. 5 Å) al acestor elice pătrund molecule I – I, înșirate cap la cap. Structura acestor compuși de incluziune a fost stabilită prin metoda razelor X. Culoarea se datorește unei interacțiuni a moleculelor I₂ cu atomi de hidrogen din interiorul elicei de amidon. Culoarea dispare la cca. 80°, dar reapare la răcire.

Proprietăți chimice. Iodul reacționează cu unele elemente (ca fosforul și mercurul) și cu diferite combinații, la fel ca bromul, dar mai puțin energetic ca acesta. Cu hidrogenul, iodul reacționează mai încet decât bromul și, firește, mult mai încet decât clorul.

Iodul este un agent oxidant mai slab decât bromul și încă și mai slab decât clorul. Iodul pune în libertate sulf din H₂S și oxidează acidul arsenios la acidul arsenic, dând ioni I⁻.

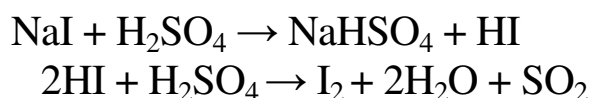
Iodul se combină direct cu hidrogenul obținându-se **acidul iodhidric** (HI), ce are punctul de topire -50,7°C, punctul de fierbere -35,4°C, densitatea 5,789 g/l și energia de legătură cu hidrogenul -71,0 kcal/mol.



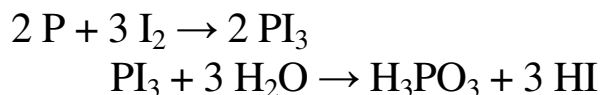
Combinarea iodului cu hidrogenul poate fi efectuată, în fază omogenă gazoasă. Reacția, incompletă, duce la stabilirea unui echilibru. La 300°, reacția are loc cu viteză mică și duce, dacă se pornește de la un amestec echimolecular de H₂ și I₂, la un amestec care conține 19% HI. La temperatură mai ridicată, viteza de reacție este mai mare, dar echilibrul este deplasat mai spre stânga. În prezență de catalizatori (de ex. Pt depusă pe

azbest) viteza de reacție este mai mare. În consecință se poate lucra la temperatură mai joasă (200^0) și, cu H_2 în exces, se obține HI liber de iod.

Metoda dislocuirii nu poate fi utilizată pentru prepararea acidului iodhidric. Acidul sulfuric reacționează față de acesta ca un agent oxidant, așa că acidul iodhidric, care se formează inițial reacționează mai departe, oxidându-se până la iod molecular.



Halogenurile multor nemetale și metale hidrolizează la tratare cu apă, punând în libertate hidracizi. Metoda aceasta se utilizează uneori pentru a prepara acidul iodhidric. Peste un amestec de fosfor roșu și iod se toarnă apă. Se formează intermediar triiodură de fosfor:



La temperaturi înalte, hidracidul în stare gazoasă discociază în elemente. Astfel, gradul de disociere al HI la 1 atm. și 300^0 este de 19%, iar la 1 atm. și 1000^0 este de 33%.

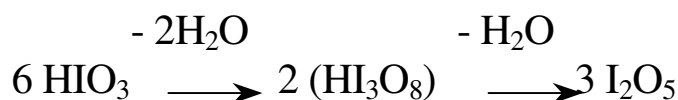
Oxizii și oxiacizii iodului

Acidul hipoiodos, HIO, și **hipoiodații de sodiu și de potasiu, NaIO și KIO,** se obțin prin aceleași metode ca hipocloriții și hipobromiții și sunt cunoscuți, ca și aceștia, numai în soluție apoasă. Hipoiodiții, mai nestabili decât hipobromiții, se disproporționează în iodați și ioduri chiar la temperatura camerei.

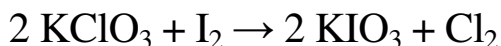
Acidul iodic, HIO₃ și iodații. Acidul iodic se poate pune în libertate din iodați, cu acid sulfuric, sau se obține direct prin oxidarea iodului, cu acid azotic sau cu clor și apă:



Acidul iodic este un compus mai stabil decât acizii cloric și bromic. Acidul iodic formează cristale lucioase, care se topesc parțial la 110^0 , eliminând apă și dând un compus mai sărac în apă care, încălzit la 200^0 , pierde apa în întregime dând peroxidul de iod:



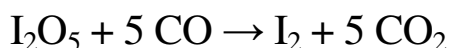
Iodatul de potasiu se obține prin oxidarea iodului cu clorat de potasiu, în soluție apoasă:



Acidul iodic și iodații sunt agenți oxidanți puternici asemănându-se, în această privință, cu clorații și bromatii.

Pentoxidul de iod, I_2O_5 , cel mai important dintre oxizii iodului, formează cristale albe, care pot fi încălzite la 300° , dar se descompune la temperaturi mai înalte în I_2 și O_2 . Pentoxidul de iod se dizolvă ușor în apă, dând acid iodic și este deci anhidrida acestui acid.

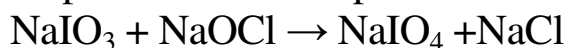
Pentoxidul de iod oxidează hidrogenul sulfurat la sulf și acidul clorhidric la clor. Este unul din pușinii reactivi care oxidează oxidul de carbon la rece:



Reacția este cantitativă. Prin titrarea iodului cu tiosulfat, se poate doza cantitatea de CO dintr-un volum dat dintru-un gaz.

Alți oxizi ai iodului, cărora li se atribuie formulele I_2O_4 și I_4O_9 , sunt substanțe mai puțin bine definite.

Acizii periodici. Metaperiodatul de sodiu, NaIO_4 , se obține din iodat de sodiu prin oxidare cu hipoclorit:



În soluție alcalină se formează, pe lângă metaperiodat, și **ortoperiodat disodic**, $\text{Na}_2\text{H}_3\text{IO}_6$. Acesta ia naștere prin complexarea ionului de metaperiodat cu o moleculă de apă și un ion HO^- și trecerea atomului de iod de la numărul de coordinație 4 la 6.

Ionul de metaperiodat din substanțe cristaline, ca NaIO_4 , KIO_4 sau AgIO_4 , are în stare solidă structură tetraedrică, similară cu a ionului de perclorat, ClO_4^- . În soluție apoasă, acest ion se complexează, cu două molecule de apă, adoptând structură octaedrică.

Ortoperiodatul trisodic, $\text{Na}_3\text{H}_2\text{IO}_6$, se obține prin oxidarea iodatului de sodiu cu persulfat de potasiu, în prezență de NaOH . Tratat cu acid azotic, ortoperiodatul trisodic dă metaperiodat, NaIO_4 ; cu azotat de bariu, dă sarea de bariu respectivă, $\text{Ba}_3\text{H}_4(\text{IO}_6)_2$.

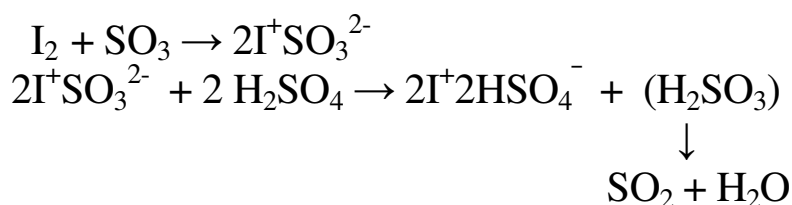
Acidul ortoperiodic, $\text{IO}(\text{OH})_5$. Ortoperiodatul de bariu tartat cu acid azotic pune în libertate acidul ortoperiodic (un acid metaperiodic, HIO_4 , liber

probabil nu există). Acidul ortoperiodic formează cristale delicvescente, care se topesc pe la 130⁰, descompunându-se parțial.

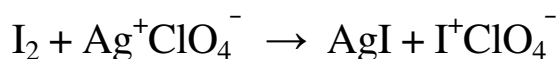
Acidul ortoperiodic este un acid pentaprotic, căci dă o sare Na₅IO₆ (obținută din NaIO₄ + 2 Na₂O). Aceasta este însă stabilă numai în stare solidă. În soluție apoasă suferă hidroliză dând (alături de NaOH) săruri ca Na₃H₂IO₆, Na₂H₃IO₆ și NaH₄IO₆, ale căror structuri au fost stabilite și prin spectrele lor în infraroșu.

Acidul ortoperiodic este un oxidant puternic, folosit în chimia analitică. El oxidează, de ex., repede și cantitativ, ioni manganosi, Mn²⁺ la permanganat, MnO₄⁻. Acidul ortoperiodic este mai puțin stabil decât acidul iodic și de asemenea periodații decât iodații (deosebindu-se prin aceasta de acidul percloric și de perclorați). Prin încălzirea acidului ortoperiodic anhidru nu se obține anhidrida sa (I₂O₇, extrem de instabil) ci I₂O₅ și O₂ conținând puțin O₃ (dovada apariției de atomi liberi O).

Ioni de halogen pozitivi. Electronii din stratul de valență ai iodului sunt atât de slab atrași de nucleu, încât unul din ei poate fi cedat unui acceptor, dând ionului de iod pozitiv. Atomul de iod funcționează, în acest caz, ca un agent reducător. O soluție de iod molecular în acid sulfuric conținând trioxid de sulf (oleum) se colorează albastru, datorită **sulfatului de iodoniu** care se formează:

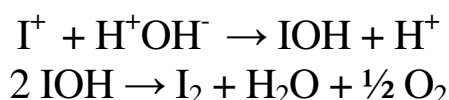


Se obține **perclorat de iodoniu** tratând perclorat de argint cu iod molecular, în soluție de benzen sau cloroform:



În prezența piridinei (pir. = C₅H₅N:) se formează un complex cristalizat, (I(pir.)₂)⁺ClO₄⁻ al cărui caracter salin poate fi pus în evidență prin măsurători de conductibilitate.

Ionii pozitivi de iod sunt nestabili față de apă:



În multe reacții organice importante apar ca intermediari neionizabili ioni de iodoniu, I^+ , de bromoniu, Br^+ , și chiar de cloroniu, Cl^+ .

Combinatii interhalogenice

Compuși binari neutri. Iodul formează două combinații cu fluorul: o pentafluorură, IF_5 (lichid, p.f. = 97^0), și o heptafluorură, IF_7 (lichid, p.f. = $+5,5^0$), singurul compus cunoscut cu 14 electroni de valență la atomul central; două combinații cu clorul: ICl (solid, p.f. = 100^0) și ICl_3 (solid, nestabil) și o combinație cu bromul, IBr (solid, p.f. = 116^0).

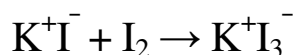
Structuri. ICl_3 este un dimer, în stare solidă. Măsurători de densități de vapori arată că ICl_3 este practic complet disociat la 77^0 și 1 atm., în $ICl + Cl_2$. (Se topește la 101^0 sub propria sa presiune de vapori, care este de 12 atm., la această temperatură.)

Combinatiile interhalogenice se obțin, în majoritatea cazurilor, prin reacție directă între halogeni. Fluorurile halogenilor sunt buni agenți de fluorurare (adică cedează atomi F substanțelor capabile de a reacționa cu aceștia, între altele multor compuși organici). Reactivitatea lor, în aceste reacții, descrește aproximativ în următoarea ordine:

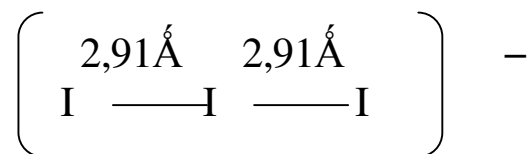


Dintre celelalte combinații interhalogenice, ClI se utilizează uneori ca agent de iodurare a unor compuși organici.

Anioni de polihalogenuri. Cel mai cunoscut ion din această clasă este ionul **triiodură**, I_3^- . Triiodurile metalelor alcaline sunt solubile în apă și se obțin ușor din ioduri solubile și iod molecular, de ex.:



Ionul de triiodură este liniar și simetric:



Triiodurile sunt mult utilizate în chimia analitică, deoarece în multe privințe se comportă ca un amestec de $I^- + I_2$. Se cunosc și polioduri, mai puțin stabile, conținând ioni I_5^- , I_7^- și I_9^- , precum și sărurile unor anioni compuși din halogeni diferiți, de ex. $ClBr_2^-$, BrI_2^- , ICl_2 etc.

Iodul a fost izolat de Courtois din cenușa unor alge (1811). Unele specii animale îl concentrează foarte mult, de exemplu spongierii îl conțin

în cantitate de peste 1 g ‰, iar scheletul organic al gorgoniilor chiar până la 8 ‰.

În corpul omenesc ~ în mg % ~ se găsesc următoarele cantități: tiroidă 0,976 (chiar 10-40); ficat 0,121; rinichi 0,405; sânge 0,002-0,028; suprarenale 0,063; testicule 0,03; creier 0,02.

Absorbția iodului se face cu apa și alimentele, în special la nivelul intestinului subțire. Între cantitatea de iod din sol-apă și alimente există o corelație strânsă; de aceea, în regiunile sărace în iod se suplimentează acest deficit prin sare iodată. Necesitățile zilnice sunt de 0,1 g. Raportată la kg greutate corporală, cantitatea necesară organismelor în creștere și gravidelor este mai mare.

Cam 1/5 din iodul administrat per os se depune în mușchi, unde pare a interveni în glicoliză, favorizând degradarea glicogenului muscular și hepatic (prin activarea proceselor de fosforilare). În general, țesuturile unor bolnavi (TBC, cancer, sifilis) au un conținut mai mare în iod și se caracterizează prin procese glicolitice intensificate.

Iodurile sunt excretate mai ales prin rinichi, valoarea medie a clearanceului fiind de 30 ml plasmă/minut, adică este excretată 26% din iodura filtratului glomerular; cifra este superioară clorurilor și bromurilor și constantă pentru limite extrem de largi ale concentrației iodului plasmatic. În ceea ce privește cantitatea globală a eliminării iodului, se constată variații în legătură cu funcția tiroidei, iodurile apărând în secrețiile tuturor glandelor exocrine care conțin normal cloruri: suc gastric, bilă, lapte, salivă, sudoare, etc., unele din acestea fiind împreună cu rinichiul și plămânul căi normale de eliminare a iodului.

Hormonii tiroidieni

Tiroida este una din glandele endocrine care își manifestă acțiunea asupra întregului organism, influențând în mare măsură procesele metabolice de respirație și fosforilare oxidativă celulară. Caracteristic acestei glande este vascularizația și inervația ei deosebit de bogată.

Biochimia hormonilor tiroidieni, inițiată de Kendall în 1915 prin izolarea tiroxinei, a cărei structură a fost stabilită de Harington, în 1926, ca fiind 3,5-3',5' tetraiodtironina (T_4), a înregistrat o dezvoltare considerabilă datorită utilizării radioizotopilor (I^{131} , C^{14}) și a cromatografiei. Aceste metode au permis să se urmărească atât biosinteza hormonilor tiroidieni, cât și metabolismul lor în organism (Gross, Pitt-Rivers, Roche).

Funcția biochimică cea mai specifică a tiroidei este aceea de a concentra iodul și a-i permite să intre în ciclul metabolic.

Absorbția iodului din tubul digestiv se face în special sub formă anorganică, iodul legat organic fiind foarte puțin absorbit. În intestinul subțire, cea mai mare parte a iodului organic este redusă la iodură și sub această formă este rapid absorbită. Iodul pătruns în sânge se repartizează inegal între diversele celule ale organismului, fiind concentrat în cantitatea cea mai mare în tiroidă și rinichi. O cantitate apreciabilă de iod se găsește și în piele, precum și în secrețiile glandelor exocrine: salivă, bilă, suc gastric, sudoare. Iodul concentrat în rinichi este eliminat, în timp ce iodul tiroidian este utilizat pentru sinteza hormonilor secretați de această glandă. Normal, iodul seric, este cuprins între 3 și 8,5 $\mu\text{g}\%$, din care cea mai mare parte îl constituie iodul hormonal, legat de proteinele plasmatică, iodul anorganic reprezentând abia 1 $\mu\text{g}\%$. La hipertiroidieni, iodul seric poate ajunge până la 25 $\mu\text{g}\%$, iar în mixedem iodemia scade sub 3 $\mu\text{g}\%$.

Concentrarea iodului în tiroidă. Tiroida diferitelor specii concentrează iodul de 100-300 ori mai puternic decât celelalte celule din organism. Cea mai mare parte din iodul tiroidian se află încorporată organic (98-99%), în special sub formă de iodtiroglobulină, și numai o mică parte se găsește în stare liberă, dar și acesta reprezintă o concentrație însemnată față de cea existentă în plasmă.

Acumularea iodului în tiroidă reprezintă un proces activ, care este influențat de hormonul tireotrop hipofizar (TSH).

Iodul aflat în circulație pătrunde în tiroidă sub formă de iodură. Capacitatea tiroidei de a concentra iodul este influențată de numeroși factori, printre care amintim starea funcțională a glandei, determinată în mare măsură de TSH, precum și o serie de ioni minerali, ca: SCN^- , ClO_4^- , NO_3^- , etc., care împiedică aculmarea iodului în tiroidă și determină eliminarea iodurii tiroidiene. Aceste substanțe sunt generatoare de gușă, adică provoacă hiperplazia tiroidei datorită stimulării secreției de TSH, cauzată de diminuarea hormonilor tiroidieni la periferie. Scăderea hormonilor tiroidieni la periferie se datorește tulburărilor produse de substanțe gușogene în biosinteza acestora.

Normal, raportul dintre concentrația iodului anorganic în tiroidă și ser (T/S) este de 25:1. În glandele hiperplazice, acest raport poate fi de 10 ori mai mare. Conținutul de iod al regimului alimentar are un efect reglator al raportului T/S. O iodemie peste 15 $\mu\text{g}\%$ inhibă pătrunderea iodului în tiroidă. În general, toți factorii care influențează pătrunderea iodului în tiroidă modifică raportul T/S. Din acest motiv, numeroși autori consideră că raportul T/S este un indiciu al mecanismului de concentrare a iodurii și cel mai sensibil test pentru explorarea activității tiroidiene.

Oxidarea I^- la I_2 . Pe baza unor considerații teoretice se admite că oxidarea I^- din celulele tiroidiene la I_2 reprezintă o etapă esențială a biosintezei hormonilor tiroidieni, aceasta fiind singura formă capabilă să dea produși de substituție. Este adevărat că inactivarea citocromoxidazei a suprimat încorporarea iodului în compuși organici. Dar inhibarea sintezei hormonilor tiroidieni prin inactivarea unui sistem enzimatic implicat în numeroase reacții nu constituie o dovadă că acesta ar fi, în mod specific, responsabil de oxidare. Enzima cea mai vizată pentru a produce oxidarea I^- la I_2 este peroxidaza, ea fiind activă și în prezența apei oxigenate.

Formarea compușilor organici iodați. Utilizarea I^{131} a arătat că peste 98% din iodul tiroidian se află încorporat în compuși organici, în special sub formă de iodtiroglobulină, și numai în mică măsură sub formă de aminoacizi iodați liberi.

Prin hidroliza enzimatică a iodtiroglobulinei și analiză cromatografică s-au separat următorii aminoacizi iodați:

3-monoiod-tirozina (MIT).....	10-15% din iodul total
3,5-diiod-tirozina (DIT).....	40-50% din iodul total
3,5-3'5'-tetraiodtironina (T_4).....	20-30% din iodul total
3,5-3'-triiodtironina (T_3).....	5% din iodul total
3,5-5'-triiodtironina (T_3).....	urme
3,5-diiodtironina (T_2).....	urme
3,3'-diiodtironina (T_2).....	urme
2 monoid-histidină (MIH).....	1-3%
iodură.....	1-2%

Dintre aceștia, în mod normal, pătrund în circulație și au rol de hormoni tiroidieni activi numai T_3 și T_4 . În unele stări patologice (mixedem), datorită deficitului sistemului enzimatic ce participă la dehalogenarea MIT și DIT, acestea apar în urină. În cazul unor traumatisme ale glandei tiroide intră în circulație și tireoglobulina, care, fiind o macroproteină, se comportă ca un antigen pentru organism și dă naștere la anticorpi.

Nucleul de bază al hormonilor tiroidieni îl reprezintă tironina.

Prin substituirea hidrogenilor din pozițiile 3,-5,-3',5' cu iod, se obțin diferiți derivați iodați ai tironinei, dintre care triiodtironina (T_3) și tetraiodtironina (T_4) au rol de hormoni tiroidieni.

Biosinteza hormonilor tiroidieni (T_3 și T_4)

În prima etapă a mecanismului intim de biosinteză a hormonilor tiroidieni, iodul molecular produce iodurarea nucleilor tirozinici din tiroglobulină și rezultă MIT și DIT. Urmează apoi cuplarea oxidativă a acestor derivați iodurați și formarea iotironinelor. Astfel, prin cuplarea a două molecule de DIT rezultă T_4 , iar prin cuplarea unei molecule de MIT cu o moleculă de DIT se formează T_3 .

Aceste reacții de cuplare oxidativă au loc în interiorul moleculei de iotiroglobulină și se află sub controlul TSH. Hormonul tireotrop hipofizar nu inițiază aceste reacții, ci crește doar viteza de producere.

Carența iodului favorizează formarea T_3 , iar raportul MIT și DIT controlează oarecum raportul dintre T_3 și T_4 , ceea ce pledează pentru un mecanism de formare similar și simultan.

În afară de aceasta, T_3 mai poate lua naștere și prin deiodarea T_4 la nivelul rinichiului, ficatului, cordului și creierului. Rinichii animalelor hipertiroidizate transformă 50% din T_4 în T_3 , în timp ce această conversiune scade sub 5% după tiroidectomie. La hipotiroidieni, T_3 lipsește. Transformarea T_4 în T_3 este inhibată de antitiroidienele de sinteză (tiouree, metiltiouracil, etc.), iar TSH stimulează conversiunea intratiroidiană a T_3 în T_4 .

Proteoliza. Iotiroglobulina depozitată în foliculii tiroidieni reprezintă o formă de rezervă a hormonilor tiroidieni, de unde sunt mobilizați în caz de nevoie la periferie.

Mobilizarea hormonilor se face printr-un proces de proteoliză, întreprinsă de catepsina intracelulară tiroidiană, activată de TSH. Ca urmare a proteolizei iotiroglobulinei rezultă aminoacizii iodați și hormonii tiroidieni. În circulație nu trec decât T_3 și T_4 , deoarece intervine un mecanism de selecție, și anume sub acțiunea TSH-ului se activează o enzimă, dehalogenaza, care produce deiodarea selectivă a MIT și DIT. Iodul eliberat prin dehalogenare împreună cu aminoacizii rezultați nu părăsesc tiroida, ci intră într-un nou ciclu de sinteză a iotiroglobulinei. Mecanismul de sinteză a hormonilor tiroidieni apare astfel condus în două sisteme enzimatice: catepsinele, care eliberează iotironinele (T_3 și T_4), și dehalogenazele, care elimină MIT și DIT, permițând recuperarea iodului și eliminarea selectivă a T_3 și T_4 .

În urma procesului de proteoliză, T_3 și T_4 se acumulează în tiroidă până la un anumit nivel, care, deși mic, reprezintă o concentrație de aproximativ 100 de ori mai mare decât în plasmă, ceea ce facilitează eliminarea lor în circulație. Fixarea hormonilor tiroidieni pe proteinele plasmatice, în special pe alfa-globuline, favorizează, de asemenea, eliminarea acestora din glandă. Factorul cel mai important care

influențează procesul de formare și eliberare a hormonilor tiroidieni este nivelul TSH, care poate să activeze independent atât mecanismul de concentrare a iodurii, cât și pe cel de eliminare selectivă a hormonilor în circulație.

T_3 și T_4 formate în celulele tiroidiene și eliminate în circulație sunt vehiculate de plasmă sub forma unor combinații labile cu proteinele plasmatice, în special cu alfa și beta-globulinele, și precipită o dată cu ele. Normal, concentrația iodului hormonal “transportat de proteinele plasmatice” corespunde la 3,5-8 $\mu\text{g}\%$ plasmă. În tireotoxicoză, această concentrație poate atinge până la 25 $\mu\text{g}\%$.

Cea mai mare cantitate din iodul hormonal sangvin îl reprezintă tiroxina, T_3 contribuind cu mai puțin de 3% din iodul fixat pe proteine. La eutiroidieni, raportul T_4/T_3 este 9:1. Acest raport variază în diferite stări funcționale ale glandei tiroide.

Metabolismul hormonilor tiroidieni. A putut fi urmărit în special datorită folosirii radioizotopilor (I^{131} și C^{14}), utilizând hormoni tiroidieni marcați. S-a constatat că T_4 se concentrează, în afară de tiroidă, în special în ficat și rinichi, iar T_3 se repartizează în întregul organism, în cantități sporite acumulându-se în retrohipofiză și hipotalamus.

La nivelul structurilor celulare, T_3 și T_4 se fixează intens pe mitocondrii, tiroxina fixându-se cu o viteză mai mare. Se pare însă că hormonii tiroidieni nu sunt utilizați ca atare la nivelul celulelor, ci numai după o prealabilă transformare a acestora. În diversele țesuturi, hormonii tiroidieni suferă dezaminări, decarboxilări și deiiodurări, iodul eliberat fiind restituit sângelui.

Prin deiiodurarea T_4 în ficat, rinichi, cord și creier, rezultă T_3 , care printr-o nouă deiiodare, suferită la nivelul mitocondriilor, trece în T'_2 .

Ca urmare a proceselor de dezaminare, T_3 și T_4 se transformă în alfa-ceto-acizii iodați corespunzători. Astfel, T_3 , prin dezaminarea oxidativă, trece în acid triioditiropirivic, iar acesta prin decarboxilare se transformă în triioditiroacetic (TRIAC). Prin dezaminare reductivă, T_3 dă naștere la acid triioditiropropionic (TRIPR). În mitocondriile inactive din rinichi, ficat, cord și creier predomină deiiodarea T_3 la T'_2 , iar după dezintegrarea ultrasonică a mitocondriilor predomină dezaminarea oxidativă.

T_3 se elimină în majoritate prin rinichi, sub formă de iodură liberă, și numai o mică parte se elimină ca atare sau sub formă conjugată cu acidul glicuronic sau sulfuric, chiar la nivelul rinichiului.

La nivelul ficatului, T_3 și mai ales T_4 suferă glicuro sau sulfoconjugare (GT_3 , GT_4 și ST_3 , ST_4) și sub această formă trec prin bilă în intestin. Acolo suferă un proces de hidroliză, iar hormonii rezultați sunt

parțial reabsorbiți, alcătuind ciclul enterohaptic al hormonilor tiroidieni. O parte din T_3 și T_4 împreună cu formele conjugate (GT_3 , GT_4 și ST_3 , ST_4) se elimină prin intestin.

La om, calea principală de eliminare a iodului o reprezintă rinichii. Prin rinichi se elimină în 24 de ore 20-70 μg de iod, în special sub formă anorganică. De asemenea, în rinichi hormonii tiroidieni suferă procese de glicuro sau sulfoconjugare, deiodare, dezaminare și decarboxilare. Excreția iodului se mai face prin plămâni, glandele sudoripare și salivare, precum și prin glandele mamare și digestive.

Acțiunea biochimică a hormonilor tiroidieni. Hormonii tiroidieni influențează dezvoltarea somatică și psihică a organismului, secreția pancreatică, medulo și corticosuprarenală, gonadele, aparatul cardiovascular, sistemul nervos, termoreglarea, respirația și eritropoeza. Ei provoacă, de asemenea, creșterea consumului de oxigen de către celule, având ca urmare creșterea metalobismului bazal, stimulează anabolismul proteic cu un bilanț azotat pozitiv, activează glicogenoliza hepatică, reduc nivelul colesterolului seric și inhibă producerea TSH.

Triiodtironina influențează metabolismul fosforului. Prin aceasta se pot explica tulburările cardiovasculare din tireotoxicoză. Ele au la bază scăderea sintezei ATP-ului și beneficiază de un tratament cu acid adenosintrifosforic (trifosfaden).

Cercetând eficacitatea hormonilor tiroidieni și a derivaților lor asupra metamorfozei mormolocilor de broască, se constată că T_3 are o activitate de 5 ori mai mare ca T_4 , TRIAC de 1900 de ori, iar TRIPR este de 27000 de ori mai activ. Acțiunea antigușogenă a T_3 la șobolani tratați cu tiouracil este de 10 ori mai mare decât T_4 , iar TRIAC prezintă numai 1/10 din activitatea T_3 . Unii autori interpretează diferența de activitate a T_3 și T_4 prin faptul că triiodtironina, fiind mai puțin fixată de proteinele plasmatice, este mai ușor difuzibilă.

Nivelul colesterolului seric este scăzut cel mai rapid de acidul T_2 -formic. Mecanismul intim de acțiune al hormonilor tiroidieni este discutabil. Există tendința de a explica influența hormonilor tiroidieni asupra diferitelor procese biologice printr-o acțiune unică, centrală sau prin mai multe acțiuni primare, care se produc la nivelul biochimiei celulare. Astfel, bazați pe faptul că hormonii tiroidieni intensifică oxidarea celulară, s-a emis părerea că ei pot servi ca transportori de electroni (Gemmil, Nieman).

Alți autori explică mecanismul de acțiune al hormonilor tiroidieni prin modificarea activității unor enzime tisulare. Ei se bazează pe faptul că succindehidrogenaza, citocromoxidaza, aminoacidoxidazele, hexokinaza

și CoA sunt mărite în tireotoxioză și diminuate la hipotiroidieni. S-a stabilit, de asemenea, că numărul mitocondriilor crește paralel cu nivelul hormonilor tiroidieni, ceea ce reprezintă o adaptare la “cerințele” catabolice ale hormonilor tiroidieni.

Unii autori explică mecanismul de acțiune al hormonilor tiroidieni prin complexarea de către aceștia a unor ioni metalici (Cu^{++} , Mn^{++} , Ca^{++} , Zn^{++}), influențând astfel activitatea unor sisteme enzimatice.

O altă alternativă care explică acțiunea hormonilor tiroidieni asupra metabolismului energetic este efectul lor decuplant asupra fosforilării oxidative. Obiecție împotriva acestei teorii este faptul că, dacă decuplarea fosforilării oxidative poate explica tireotxicoza, ea nu poate explica acțiunea fiziologică și nici efectele “salutare” ale dozelor mici de hormoni, știut fiind că acțiunea decuplantă apare la doze de 1000 de ori mai mari decât cele fiziologice.

O altă obiecție împotriva acestei teorii este faptul că o serie de substanțe care au acțiune decuplantă net exprimată, de exemplu DNP (dinitrofenolul), nu prezintă nici una din acțiunile fiziologice ale hormonilor tiroidieni.

Hormonii tiroidieni produc o modificare globală sau locală a configurației moleculei proteice, având ca rezultat o creștere a capacității reacționale a grupărilor disulfidice ($-\text{S}-\text{S}-$) și a celor tiolice ($-\text{SH}$), ceea ce duce la creșterea activității a numeroase tiroenzime tisulare și, ca urmare, la creșterea metabolismului tisular. În țesuturile animalelor tiroidectomizate sau a celor tratate cu antitiroidiene de sinteză se constată, dimpotrivă, o scădere a capacității reacționale a grupărilor $-\text{SH}$ din catepsină, dehidraza acidului succinic și a acidului piruvic. Datele experimentale arată, de asemenea, că hormonii tiroidieni exercită o acțiune selectivă asupra grupărilor $-\text{SH}$ din enzime, în funcție de proprietățile și localizarea lor în organism. Dacă se administrează însă doze mari de hormoni tiroidieni, sunt infulențate mai multe sisteme tiroenzimatice.

Deoarece efectele metabolice ale acidului triiodotiropiruvic, TRIAC și TRIPR nu necesită un timp de latență, ci apar imediat după administrare, se presupune că acestea reprezintă forma biologică activă a hormonilor tiroidieni, cu acțiune imediată, spre deosebire de T_3 și în special de T_4 , care necesită o perioadă de latență de câteva zile. Această perioadă de inducție inegală a hormonilor tiroidieni se poate pune în legătură și cu observația potrivit căreia degradarea T_3 în organism se face în 2-3 zile, în timp ce T_4 necesită 6-11 zile.

Normal, organismul uman are nevoie de 75-100 μg T_3 în 24 de ore pentru a se menține în stare de eutiroidie (20 μg $\text{T}_3=0,1$ mg T_4).

În laboratorul clinic, explorarea stării funcționale a tiroidei se face în principiu prin mai multe teste:

- ✓ măsurarea metabolismului bazal;
- ✓ determinarea iodemiei sau a raportului dintre iodul organic/iodul anorganic;
- ✓ determinarea raportului dintre iodul anorganic tiroidian și cel seric (T/S);
- ✓ radioiod-captarea tiroidiană și lansarea în circulație a hormonilor marcați.

Tulburări de secreție ale tiroidei. Hiperfuncția tiroidiană (boala lui Graves-Basedow) se manifestă simptomatologic prin triada lui Merseburg: strumă, exoftalmie și tahicardie. De asemenea se produce creșterea metabolismului bazal până la 80%, creșterea iodului până la 25 $\mu\text{g}\%$ și un aspect caracteristic al curbelor de radioiodcaptare tiroidiană. Nivelul colesterolului seric e scăzut.

Lipsa tiroidei la naștere sau alterarea acesteia la copii produce mixedemul congenital sau infantil, caracterizat prin tulburări în dezvoltarea fizică și psihică, scăderea metabolismului bazal până la -45%, scăderea iodului seric hormonal sub 3 $\mu\text{g}\%$, scăderea radioiodcaptării tiroidiene și creșterea colesterolului seric.

Cea mai obișnuită din tulburările tiroidei este gușa endemică sau, mai corect, distrofia endemică tireopată (DET). Gușa endemică a fost amplu studiată de Șt. Milcu și colaboratorii săi, care au adus contribuții se seamă atât în explicarea cauzelor ce produc această boală, cât și la combaterea ei curativo-profilactică. Pe baza cercetărilor experimentale și a observațiilor clinice, Milcu consideră că “punctul de plecare al procesului morbid este carența iodică”. Spre deosebire de majoritatea autorilor, care reduc carența de iod la scăderea acestuia în apă și sol, Milcu consideră că, în realitate, este vorba de o tulburare a metabolismului iodului, care poate fi de origine exogenă sau endogenă.

Asociația gușei cu hipotiroidismul trădează de cele mai multe ori existența unei tulburări de hormonogeneză tiroidiană. Anomaliile de hormonogeneză tiroidiană pot interesa diferite etape ale biosintezei acestora.

Tipuri de tulburări ale hormonogenezei tiroidiene:

1. Anomalii de încorporare a iodului în compușii organici. În acest caz, iodul hormonal plasmatic este scăzut, deși radioiodcaptarea tiroidiană este normală sau chiar crescută. Administrarea de tiocianat sau perchlorat determină însă o eliminare rapidă a iodului din tiroidă, ceea ce arată că acesta nu era încorporat în compușii organici.

2. Anomalii de deiodare a tirozinelor. În acest caz, iodemia proteică este mărită datorită pătrunderii în sânge a MIT și DIT, iar radioiodcaptarea tiroidiană este crescută. Acest tip de tulburări se caracterizează printr-o eliminare renală sporită de monoiodtirozină și diiodtirozină.

3. Anomalii de codensare a iodtirozinelor în iodtironine. Iodemia proteică este foarte scăzut în acest caz, iar radioiodcaptarea poate fi normală sau crescută. Examenul biochimic al tiroidei arată o proporție normală de ioduri și o concentrație crescută de iodtirozinei, cu absența completă a hormonilor. Acest tip de tulburări se datorește probabil unei anomalii a structurii tiroglobulinei sau unui defect enzimatic.

4. Anomalii de eliberare a iodtironinelor. Se manifestă prin creșterea iodemiei proteice, cu scăderea iodului hormonal extractibil cu butanol. Acest tip de anomalii se datorește unei proteine iodate anormale, insolubilă în butanol, probabil ca urmare a unei deficiențe a hidrolizei tiroglobulinei sau a unei anomalii de structură a acesteia.

5. Anomalii de captare a iodului datorite incapacității țesutului tiroidian de a reține și concentra iodul din plasmă.

Toate aceste tulburări metabolice care provoacă o insuficiență a hormonogenezei tiroidiene produc o hipersecreție a hormonului hipofizar tireostimulator (TSH), având ca rezultat hiperplazia tiroidei (gușa) și intensificarea funcționării ei. După cum acest mecanism compensează sau nu insuficiența de sinteză hormonală, avem gușa pură sau gușa cu hipotiroidism.

Profilaxia gușii endemice se face cu rezultate satisfăcătoare prin adăugarea de iodură în alimentele ce se consumă în regiunile gușogene, în cazurile în care există o carență exogenă de iod.

Compuși cu activitate antitiroidiană. Există o serie de compuși care prezintă acțiune antitiroidiană. Astfel, tiocianatii și perchloratul de potasiu inhibă capacitatea tiroidei de a fixa iodul plasmatic, iar tiourarea, tiouracilul și 5-iodtiouracilul împiedică oxidarea I^- din ioduri la I_2 , tulburând formarea hormonilor tiroidieni.

BIBLIOGRAFIE

1. Cura Balneoclimatică- indicații și contraindicații. Ministerul Sănătății – Institutul de Medicină Fizică, Balneoclimatologie și Recuperare Medicală, Autori: Aniței Lidia, Baican Ileana, Chirvasie Lidia, Conu A., Degeratu Cornelia, Dumitrescu Stelian, Florian Mariana, Samson Sanda Gheorghievici, Gavrilescu Mihaela, Hoancă Vasile, Kiss Jaroslav, Luca I., Lucescu Viorel, Lungu Petre, Moldovan Yolanda Solange, Mustăță Eugen, Persache Carmen, Roboș Gavril, Rădulescu Andrei, Sbenghe Tudor, Swoboda Didlolf, Swoboda Mariana, Sdic Laurian, Teleki Nicolae, Teodorescu Elena, Teveanu Eugen, Colectiv de redacție: Degeratu Cornelia, Ivănescu Traian, Moldovan Solange, Baican Ileana, Editura medicală. București (1986).
2. Indicații și contraindicații de trimitere la cură balneoclimatică – Ministerul Sănătății, institutul de Medicină Fizică, Balneoclimatologie și Recuperare Medicală, Autori: Agârbiceanu T., Andrieș Maria, Andrieș V., Baican Ileana, Bazilescu Irina, Berceanu St., Berlescu Elena, Chirvasie Lidia, Conu A, Degeratu Cornelia, Dinculescu Tr., Gheorghiu N.N, Hoancă V., Ivănescu Tr., Milcu Șt., Moldovan Solange, Persache Carmen, Pilat I., Roboș G., Sbenghe T., Stoicescu C., Sdic L., Teleki N., Voiculescu Camelia; Colectiv de Redacție: Dinculescu Tr., Teleki N., Berlescu Elena, Drăgan M., Ivănescu Tr., Sbenghe T., Editura medicală. București (1975).
3. APELE MINERALE ȘI NĂMOLURILE TERAPEUTICE DIN R.P./R.S. ROMÂNĂ - Ministerul Sănătății - Institutul de Balneologie și Fizioterapie – Editura medicală, București (Vol II –1965; Vol III – 1970; Vol. IV - 1973).
4. STUDII ȘI CERCETĂRI DE BALNEOLOGIE ȘI FIZIOTERAPIE - Ministerul Sănătății - Institutul de Balneologie și Fizioterapie – Editura medicală, București (Vol V –1963; Vol VII – 1965; Vol. X – 1969; Vol. XI - 1972).
5. Munteanu, C., Cinteză Delia – Cercetarea științifică a factorilor naturali terapeutici, Editura Balneara, ISBN 978-606-92826-8-7, 2011
6. Chadzopulu A., Adraniotis J., Theodosopoulou – The therapeutic effects of mud – (2011) Progress in Health Sciences, Vol. 1(2), p.132-136
7. Teodoreanu, E., Grigore, L., Stoicescu, C., Munteanu, L., Teleki, N. (1984), Cura balneoclimatică în România, Editura Sport-Turism, București.
8. Gheorghievici Liana M. - The contribution of the Micro- and Macrophytes to the Genesis of Therapeutic Mud from Lake Techirghiol, Romania, Balwois 2010, Ohrid Republic of Macedonia, 25,29 May 2010

9. Gheorghievici Liana M., Pompei Iulia, Gheorghievici G., Tănase I.– The influence of abiotic factors on suppliers of organic matter in the peloidogenesis process from Lake Techirghiol, Romania, AACL Bioflux, Vol.5 issue 1, (2012), p. 69 – 78
10. Teleki N., Munteanu L., Bibicioiu S. (2004) – România Balneara, Ghid pentru medicii de familie și pentru medicii specialiști, București,
11. Delia Cintează, Horia Lăzărescu, Consuela Brăilescu, Iulia Bunescu, Anatoli Covaleov, Sebastian Diaconescu, Augustin Dima, Liviu Enache, Carmen Enescu, Dorina Farcaș, Gina Gălbează, Victorița Marcu, Lucian Mirescu, Ana Munteanu, Liana Păiuș, Daniela Poenaru, Adrian Popa, Simona Popescu, Iuri Simionca- Ghidul Balnear, Ediția I, 2011, Institutul National de Recuperare, Medicina Fizica si Balneoclimatologie,
12. Surdu Olga (2007). Studiu histologic comparativ al acțiunii nămolului sapropelic de Techirghiol asupra tegumentului. Universitatea Ovidus Constanța, Facultatea de Medicină, Generală, Teză de doctorat, 2007
13. Marin Viorica, Surdu Olga, Profir Daniela, Demirgian Sibel – Peloidotherapy in Osteoarthritis – Modulation of Oxidative Stress, p.143-156, published in Osteoarthritis – Diagnosis, Treatment and Surgery, Edited by Qian Chen, ISBN 978-953-51-0168-0, Hard cover, 404 pages, Publisher: InTech, Published: March 02, 2012, DOI: 10.5772/2400
14. Munteanu, C., Dumitrașcu Mioara – Nămoluri terapeutice, Balneo-Research Journal, Vol.2 (2011), nr.3, Editura Balneara, ISSN 2069-7600
15. Munteanu, C., Lăzărescu, H., Munteanu Diana – Bioclimatul solicitant de câmpie – Stațiunea balneoclimaterică Amara, Balneo-Research Journal, Vol.2 (2011), nr.2, Editura Balneara, ISSN 2069-7600
16. Dumitrașcu Mioara – Artemia salina, Balneo-Research Journal, Vol.2 (2011), nr.4, Editura Balneara, ISSN 2069-7600,
17. Pretorian, Suzana – Calitatea destinației – Stațiunea Sovata, Romania, Balneo-Research Journal, Vol.3 (2012), nr.2, Editura Balneara, ISSN 2069-7600
18. Munteanu, C., Cintează Delia, Pretorian Suzana, Lăzărescu H., Hoteteu, M., Munteanu Diana – Strategie de cercetare a calității terapeutice a nămolului și apei sărate din Lacul Ursu – Sovata, Balneo-Research Journal, Vol.3 (2012), nr.2, Editura Balneara, ISSN 2069-7600
19. Feru, Adrian – Ghidul apelor minerale naturale, Cluj-Napoca: Risoprint, 2012, ISBN: 978-973-53-0850-6
20. MASTER / CURS BALNEOLOGIE, SEMESTRUL II, 2009 – <http://www.scribd.com/doc/26960203/Curs-Balneologie#page=12>

21. [http://www.medicultau.com/sanatatea-familiei/pielea/terapia-cu-namol-peloidoterapia/ tratarea-cu-namol-a-bolilor-de-piele.php](http://www.medicultau.com/sanatatea-familiei/pielea/terapia-cu-namol-peloidoterapia/tratarea-cu-namol-a-bolilor-de-piele.php)
22. <http://www.naturephoto-cz.eu>
23. <http://balneoclimateric.blogspot.com>
24. www.inrmfb.ro
25. <http://bioclima.ro/RJournal.htm>
26. <http://turism.turdainfo.ro/index.php/Lacurile-sarate/lacurile-sarate.html>
27. <http://www.pellamar.com/>
28. <http://www.desprespa.ro/>
29. <http://www.earthtimes.org/pollution/biodiversity-water-quality-pollution/685/> (IMAGINE COPERTA IV)
30. Aldea, Victoria; Uivarosi, Valentina (1999). Chimie anorganică — Elemente și combinații. București: Editura medicală
31. Beral, Edith; Zapan, Mihai (1976). Chimie generală. București: Editura Tehnică
32. Grecu, I. (1964). Chimie anorganică. București: Editura didactică și pedagogică
33. Zapan, Mihai (1968). Chimie anorganică. București: Editura Tehnică
34. Vasile Vasilescu Biofizica medicala EDP 1977
35. Assembly of Life Sciences (U.S.), Safe Drinking Water Committee (septembrie 1980) (în engleză). Drinking Water and Health. 3. Washington, D.C.: National Academy Press. ISBN 0-309-02932-5. Accesat la 1 septembrie 2010
36. Ede, Andrew (2006) (în engleză). The Chemical Element: A Historical Perspective (ed. ilustrată). Greenwood Press. ISBN 0-313-33304-1. Accesat la 1 septembrie 2010
37. Emsley, John: Nature's building blocks, ISBN 0-19-850340-7
38. Gairdner, W., M.D.: Essay On The Effects Of Iodine On The Human Constitution; With Practical Observations On Its Use In The Cure Of Bronchocele, Scrophula, And The Tuberculous Diseases Of The Chest And Abdomen, Londra
39. Gray, Leon: Iodine, ISBN 0-7614-1812-1

ISBN 978-606-93159-2-7



Published by
Editura Balneară - <http://bioclima.ro>
E-mail: secretar@bioclima.ro
B-dul Ion Mihalache, 11A, Sector 1, Bucharest, Romania

