

Dr. -Nagy Katalin

**Radontartalmú gyógyvízzel és gyógybarlanggal
végzett klinikai és experimentális vizsgálatok**

Egyetemi doktori értekezés

Szeged

2008

Tézisek

Bevezetés

A radon színtelen, szagtalan nemesgáz, rendszáma 86, forráspontja $-62\text{ }^{\circ}\text{C}$, olvadáspontja $-71\text{ }^{\circ}\text{C}$. Szobahőmérsékleten és légköri nyomáson ebből következően gáz halmazállapotú. Vízen és különböző szerves oldószerekben oldódik. A feltételezett hatásmechanizmus szerint a radonfürdő során a vízben elnyelt radon a fürdővízből közvetlenül a bőrön keresztül szívódhat fel, míg a feltörő radon a medence feletti légtérbe kerülve természetes inhalatoriumként belélegezve fejti ki hatását. A szervezetet érő sugárterhelés elsősorban nem a radontól, hanem annak rövidéletű alfa-sugárzó leányelemeitől ered. Ennek az a magyarázata, hogy míg a belélegzett radon nagy valószínűséggel kilélegzésre kerül, csak egy elenyészően kis hányada, kb. 0,5%-a bomlik el a tüdőben, addig a leányelemek, kötődve a levegőben lévő aeroszol részecskékhez, a belélegzést követően jelentős arányban maradnak a tüdőben, lerakódva annak felületére, a keletkező alfa részecskék a hörgők és a tüdő belső felületét borító bronchiális és alveoláris hámsejteket közvetlenül ionizálják. Mivel az aeroszokok lerakódásának helye a tüdőben erősen függ a méretüktől, így az elnyelt dózis is különböző a tüdő más-más részein.

A radont tartalmazó termálvizek gyógyító hatását a gyógyászatban már régóta ismerik, és világszerte alkalmazzák. Gyógyvíznek az olyan természetes ásványvizet nevezzük, amelynek bizonyított gyógyító hatása van. A balneoterápia során az emberi szervezetre a víz mechanikai, termikus és kémiai tulajdonságai együttesen fejtik ki hatásukat. A kiváltott balneoterápiás inger erőssége nagymértékben függ a gyógyvíz összetételétől és a benne oldott anyagok koncentrációjától is. Radon terápia esetén három kezelési módszer létezik: ivókúra, fürdőkúra, légzés terápia (inhalatorium).

Bár a radont tartalmazó termálvizek gyógyító hatását a gyógyászatban már régóta, használják, mégis a radonos fürdő az egyik legvitatottabb kezelési eljárás a balneoterápiában. A radonos fürdő fájdalomcsillapító hatásában a legtöbb irodalmi adat megegyezik. A fájdalomcsillapító hatáson kívül feltételezik, hogy elősegíti a hajszálerek fokozott kifejlődését, fokozza a húgysavkiválasztást, aktiválja az adrenalin-termelést, csökkenti a DNS-szintézist, erősíti a DNS-reparáló mechanizmusokat, növeli a védekező rendszer aktivitását, illetve az ivarszervek működése fokozódik hatására. A terápiák során a szervezetbe bejutott radon a vérkeringés révén a test minden szövetébe képes eljutni, majd a tüdőn keresztül, és a kiválasztó szervek révén távozik a szervezetből, tehát a terápiák során a kilélegzett levegőben, és kiválasztási termékekben elvileg mérhető a radon.

A radon a vizekben rendkívül széles határok között fordul elő ($6 \cdot 10^{-4} - 1000 \text{ Bq/dm}^3$). A természetes vizek radon tartalma kapcsolódik a víztározó réteget alkotó kőzet típusához, de függ például annak repedezettségétől is. Az esetek többségében a feltörő források vízében radon mindig jelen van kisebb vagy nagyobb mennyiségben, oldott összetevőiktől függetlenül. Ez hatással van a fürdő, illetve a hozzá kapcsolódó légterekben kialakuló radon-koncentrációra. A víz radon tartalmától, a fürdő szellőztető rendszerének sajátosságaitól függően számos esetben jelentős radon-koncentrációra lehet számítani. Ezek hatékonyságát vizsgálva az irodalomban is eltérő adatokkal találkozhatunk.

Az értekezés célkitűzése a radonfürdő és radon tartalmú barlang élettani hatásainak vizsgálata, a betegekre gyakorolt előnyös hatás bebizonyítása vagy az esetleges károsító hatás kiszűrése.

Beteganyag és módszer:

Radon-balneoterápiával végzett klinikai és experimentális vizsgálataim 3 témakört ölelnek fel.

- 1) Radon fürdő hatása reumatológiai betegek endokrin paramétereire**
- 2) Radon tartalmú barlang hatása légzőszervi betegek endokrin paramétereire**
- 3) A radon bőrön keresztüli felszívódásának vizsgálata és a radon megjelenése a kilégzett levegőben és a vizeletben**

A vizsgálatban 157 beteg 1179 mintáját (vér, vizelet, levegő) dolgoztuk fel.

1. vizsgálat

A radon fürdő régóta alkalmazott balneoterápiás eljárás a degeneratív mozgásszervi betegségek kezelésében. Tanulmányunkban arra a kérdésre kerestük a választ vajon egy viszonylag alacsony radontartalmú fürdő (80Bq/l) befolyásolja-e az endokrin rendszer működését.

A vizsgálatban 27 degeneratív mozgásszervi beteg részesült radon fürdő kezelésben a Törökfürdő 80 Bq/dm³ aktivitású Török medencéjében. Kontrollként 25 degeneratív mozgásszervi beteg hasonló feltételekkel termálvizes kezelést kapott, elhanyagolható radontartalommal (6 Bq/dm³) a Hotel Flóra medencéjében. Mindkét helyen 15 alkalommal 30 percig tartott a fürdő, a vízhőfok 31 °C Törökfürdő esetében, 32 °C Flóra fürdőnél. A betegek ambuláns betegek voltak, más kezelést nem kaptak. Mindkét esetben vizsgáltuk a fürdőkezelés előtt a szérumban a thyreoidea stimuláló hormont (TSH), a prolaktint, a kortizolt és adrenokortikotrop hormont (ACTH) valamint a dehydroepiandrosteron sulfatot (DHEAS)

2. vizsgálat

A barlangterápia hosszú ideje használt terápiás eljárás a közép és keleteurópai országokban a légzőszervi megbetegedések gyógyítására. Magyarországon gyógyászati célra 5 barlangot használnak, ezek egyike a Tapolcai kórházbarlang. A téli időszakban a barlang terében alacsonyabb radon aktivitás mérhető (0,5-2 kBq/ m³). Télen a külső, hidegebb levegő bejut a barlang üregeibe, ott felmelegedve a repedések mentén feláramlik, a radon mintegy visszaszorul a repedésekbe, illetve a repedésekből nem a barlangi tér felé, hanem ellentétes irányba áramlik. Ezért télen a barlang feletti kőzettestekben megbúvó repedésekben magasabb koncentrációk mérhetőek. Nyáron a légkörzés iránya megfordul, a barlangi levegő áramlik kifelé, a külső levegő a repedés rendszereken átszűrve jut le a barlang térbe, magával ragadva a repedésekben feldúsult radon gázt. Így nyáron magasabb radon aktivitás koncentráció lesz a jelen (10-12 kBq/m³).

Vizsgálatunkban arra kérdésre kerestük a választ vajon az eltérő radonkoncentráció hogyan befolyásolja krónikus légzőszervi betegek endokrin paramétereit.

A vizsgálatban krónikus légzőszervi betegek vettek részt. Kizáró kritérium volt, ha nem volt önellátó, vagy mozgóképes, ha oxigénre szorult, illetve a krónikus betegség akut exacerbációja. Összesen 81 beteget vizsgáltunk. A nyári időszakban (mérések június-július-augusztus), amikor magas a radonkoncentráció, 46 beteget vizsgáltunk, 26 nőt és 20 férfit. Átlag életkoruk 58,02 év volt, a legfiatalabb 17, a legidősebb 79 éves volt. A téli időszakban (mérések december-január-február) 35 beteget mértünk, 16 nőt és 19 férfit, átlagéletkoruk 62,5 év volt, a legfiatalabb 33 éves, a legidősebb 80 éves volt. A kezelés során a betegek napi 4 órát töltöttek a barlangban állandó orvosi megfigyelés mellett három hétig (szombat vasárnap kivételével). A radon koncentráció kivételével a barlang egyéb paramétereit változatlanok voltak, állandó hőmérséklet (13,9 °C) és 100 % körüli relatív páratartalom,

magas CO₂ koncentráció, pollen és csira mentesség. A diagnózisok megoszlása: nyár: (46 beteg), asthma bronchiale: 31, Bronchitis chronica: 9, Rhinitis allergica: 3, Fibrosis pulmonum:1, Silicosis: 2. Diagnózis megoszlás: (tél: 35 beteg), közülük asthma bronchiale: 18, bronchitis chronica: 12, rhinitis allergica 1, spontán PTX 1, silicosis 3.

Vizsgált endokrin paraméterek: thyreoidea stimuláló hormon (TSH), a szabad trijód-tironin (fT3), a szabad tiroxin (fT4), és a prolaktin, a kortizol, az adrenokortikotrop hormon (ACTH), a dehydroepiandrosteron sulfat (DHEAS) és a béta endorphin (BE).

3. vizsgálat

Radon felszívódási és kiválasztási vizsgálatok (bőr, tüdő, vizelet)

Kísérleteinket az Egri Török Fürdő pezsgő medencéjében végeztük, a légtér és a terápiás víz folyamatos radon vizsgálata mellett. A kísérletben 17 önkéntes, 8 férfi és 9 nő.(átlagéletkor 45,9 év). A kísérlet két részből állt.

Első esetben az önkéntesek a terápiás térbe és medencébe való belépés előtt levegő mintát adtak, majd a terápiás medencében 60 percet tartózkodtak, miközben terápiás tér levegőjét lélegezték. A terápiás tér elhagyása előtt újabb levegő mintát adtak. Második esetben az önkéntesek a terápiás térbe és medencébe való belépés előtt levegő mintát adtak, majd a terápiás medencében 60 percet tartózkodtak, miközben búvárpalackból ellenőrzött radonmentes levegőt lélegeztek. A terápiás medence elhagyása előtt újabb levegő mintát adtak, anélkül, hogy a terápiás tér levegőjét belélegezték volna. A begyűjtés után meghatároztuk a levegőminták radon-koncentrációját. Összesen 68 minta került elemzésre. A búvárpalackok töltés nyílt, folyamatos légmozgású területen történt, 11 nappal a kísérletek megkezdése előtt. A palackból vett levegőminták radon-koncentrációja kimutatási határ (1,9 Bq/m³) alatt volt. A kísérlet során végig mértük a terápiás tér radon-koncentrációjának óras átlagát, illetve minden nap meghatározásra került a terápiás medence vizének radon-koncentrációja is.

12 fő esetében (5 nő, 7 férfi) vizeletminták radontartalmának meghatározásával teszteltük a radon bőrön keresztüli felszívódását. A vizsgálat megkezdése előtt a teszt alanyok ellenőrzött radonmentes ásványvizet vagy sört fogyasztottak, minimum fél liter mennyiségben. Első nap kb. egy órát tartózkodtak a pezsgőmedencében, miközben levegőt ellenőrzött radonmentes búvárpalackból vettek. Második nap ugyanez történt, de már a légtéri levegő belégzésével. Vizelet mintavétel a fürdés megkezdése előtt és után történt.

Radon mérés

Radonmérő eszközök:

Terápiás tér:

Alphaguard Pro200 (ionizációs kamra), kimutatási határ: 2 Bq/m³

Diffúziós üzemmód, óránkénti átlag

Terápiás medence vize:

Radim 3-WR (félvezető detektor), kimutatási határ: 2 Bq/dm³

Mintavételes üzemmód

Vizelet minták:

1 dm³ Lucas cella (ZnS(Ag)), NP420 P egycsatornás analizátor, kimutatási határ: 1,9 Bq/m³

Feltörő gázok:

LUK-3, (0,1 dm³ Lucas cella (ZnS(Ag))), kimutatási határ: 20 Bq/m³

Hormonszint mérése

A TSH-t, a Prolactint, a DHEAS-t immuno-radiometrikus assay (IRMA) módszerrel határoztuk meg. Ehhez két olyan monoklonális antitest szükséges, amelyek a molekula két különböző epitópját ismerik fel. A két antitest egyike radiojóddal jelzett ("szignál" antitest), a másikuk jelöletlen (ún. "capture" antitest). AZ ACTH, a FT3, a FT4, a kortizol mérése radioimmunoassay (RIA) módszerrel történt, melynek működési elve a kompetitív radioimmunoassay elvén alapul. Jód-125-tel jelzett vizsgálati anyagot használva. A béta endorphint szintén RIA-val határoztuk meg.

Statisztikai módszerek

A statisztikai számítások egy illetve két mintás Student féle T-próbával történtek 5 %-os szignifikancia szinten. Az adatok statisztikai elemzéséhez az SPSS 15 softwarét használtuk. Előzőleg Kolmogorov-Smirnov teszttel ellenőriztük, hogy egyik változó sem tért el szignifikánsan a normális eloszlástól.

Eredmények:

1.) vizsgálat

Sem a Török fürdőben sem a Flóra fürdőben mért értékek nem mutattak szignifikáns eltérést a kezelés előtt és utáni értékekhez viszonyítva, és a két csoport értékeit összehasonlítva sem találtunk szignifikáns eltérést.

2.) vizsgálat)

A TSH és ACTH szint nem változott sem télen sem nyáron. A szabad tiroxin (FT4) szignifikánsan csökkent a téli időszakban. Az FT3 azonos volt télen és nyáron (bár számos betegnél releváns változás volt megfigyelhető). A DHEAS a téli időszakban csökkent, de nem szignifikánsan. Ugyancsak a téli időszakban a prolactin nőtt, de nem szignifikánsan. A BE nőtt télen és nyáron is, de nem volt szignifikáns a változás. A kortizol szignifikánsan csökkent télen.

3.) vizsgálat

Levegőminták vizsgálati eredményei

Fürdés közben a terápiás légtér levegőjét belégző 17 vizsgált önkéntes esetén belépés előtt a kilélegzett levegő átlagos radon-koncentrációja $50,8 \text{ Bq/m}^3$, legnagyobb értéke $239,2 \text{ Bq/m}^3$, legkisebb pedig $4,2 \text{ Bq/m}^3$ volt. 60 perces benntartózkodás után a kilélegzett levegő átlagos radon-koncentrációja $651,2 \text{ Bq/m}^3$, legnagyobb értéke 1397 Bq/m^3 , legkisebb pedig 27 Bq/m^3 . Legnagyobb mértékben 41,2 százalékban, 500 és 999 Bq/m^3 között változtak az értékek.

A benntartózkodás előtti és utáni radon-koncentrációkat összehasonlítva 2 esetet kivéve mindenhol hibahatáron túli növekedés látható. Az ő eredményeiket nem számítva a növekedés átlaga a 15 esetre vonatkoztatva 56,5-szörös, legnagyobb esetben 286,4-szeres, legkisebb esetben, pedig 2,7-szeres. A 2 önkéntes ezen vizsgálat alatt nem a pezsgő medencében, hanem egy másik, a török medencében tartózkodott, amely terápiás terében a pillanatnyi mintavételes módszerrel meghatározott radon-koncentráció (433 Bq/m^3) alacsonyabb volt a pezsgő medence terápiás terében mérhetőhöz képest (melynek átlaga 1303 Bq/m^3). A víz radon-koncentrációjának $65,4$ és $85,9 \text{ Bq/dm}^3$ közötti változása érzékelhetően egyik esetben sem volt hatással a kilélegzett levegő radon-koncentrációjára. A terápiás tér levegőjének

belélegzése esetén a legnagyobb terápiás víz radon-koncentráció ($85,9 \text{ Bq/dm}^3$) esetén a kilélegzett levegőben a növekmény arány 3,4 és 286,4 között változott. A vizsgált 17 önkéntes esetén a kiindulási, belépés előtti kilélegzett levegő átlagos radon-koncentrációja $26,4 \text{ Bq/m}^3$, legnagyobb értéke $83,2 \text{ Bq/m}^3$, legkisebb pedig $5,9 \text{ Bq/m}^3$ volt.

60 perces benntartózkodás és búvárpalackból történő légzés után a kilélegzett levegő átlagos radon-koncentrációja $435,3 \text{ Bq/m}^3$, legnagyobb értéke $1590,8 \text{ Bq/m}^3$, legkisebb pedig $34,6 \text{ Bq/m}^3$. A benntartózkodás előtti és utáni radon-koncentrációkat összehasonlítva kivétel nélkül mindenhol hibahatáron túli növekedés látható. A növekedés átlaga a 17 esetre vonatkoztatva 24,7-szeres, a legnagyobb 119,5-szörös, legkisebb, pedig 1,4-szeres.

Vizelet radon eredmények

Hét esetben nem történt hibahatáron kívüli változás, csökkenés öt esetben volt megfigyelhető.

A vizsgálatok értékelése, megbeszélés, konklúzió

1.) vizsgálat

A radontartalmú fürdő kezelés egyre népszerűbb a betegek között. Egyes adatok szerint a betegeket a fürdő igénybevételekor nem befolyásolja a radioaktivitás kockázati tényezője sem. Ugyanakkor ellentmondásosak az adatok a radonfürdő és a tüdőcarcinoma előfordulásának gyakoriságáról. Mozgásszervi betegségekben, főleg spondylitis ankylopoeticában és rheumatoid arthritisben használnak radon fürdőt, de pl. a szabadgyökrendszerre gyakorolt előnyös hatását is igazolták.

A statisztikai adatok nem mutattak szignifikáns eltérést az általunk vizsgált hormonszintekben. Részletesen elemezve a vizsgált értékeket azonban individuális változásokat találtunk.

A TSH tekintetében a Törökfürdőben a kezelések előtt a hormoneredmények egy kivétellel normál tartományban voltak. 3 betegnél észleltünk jelentősebb változást. Közülük egy beteg már a kezelés megkezdésekor látens túlműködés, hyperthyreosis állapotában volt klinikai tünet nélkül. A kezeléseket követően már manifeszt, klinikai tünetekben is megnyilvánuló pajzsmirigy túlműködés alakult ki, mely gyógyszeres terápiát is igényelt. A fürdőkúra előtt még euthyreoid, normál pajzsmirigy működésű két beteg közül az egyiknél látens túlműködés, hyperthyreosis alakult ki a fürdőkezelés hatására, a másik TSH értéke a normálérték alsó határára csökkent. A betegek többségének TSH értéke a kezelés végére bár a normál tartományon belül maradt, de csökkent, ami a pajzsmirigy működésének fokozódására utal. A Hotel Flórában a fürdőkezelés előtt és után a TSH értékek a betegek döntő többségénél

normál tartományon belül mozogtak, és a kezelés végére kismértékben emelkedtek. A prolaktin esetében a Törökfürdőben a kezelések előtt 5 betegnél észleltünk hyperprolaktinemiát, azaz emelkedett szérumszolaktin szintet, 2 betegnél ez jelentős mértékű volt. A fürdőkezelés után két beteg szérumszolaktin szintje tovább emelkedett, a többiek kezelés előtti magas szolaktin szintje viszont csökkent, sőt egyikük szolaktin értéke a normál tartományba került. A kezelést megelőzően normál szolaktin szintű betegek közül 4 beteg szolaktin szintje a kezelés után, ha kismértékben is, de meghaladta a normál tartomány felső határát. A Flóra szállóban kezelteknél a kezelés előtt egy betegnek volt kifejezetten magasabb szolaktin szintje mely csökkent a kezelés után, más lényegi változást nem észleltünk. Szemben a radonos fürdőben tapasztaltakkal, kóros szolaktin szint emelkedést nem észleltünk. A kortizol meghatározásakor a Törökfürdőben a kezelés megkezdése előtt magasabb szérumszolaktin szintű betegeknel csökkenést az alacsonyabb szolaktin szintű betegeknel emelkedést, összességében a normál értéktartományban való tagozódást észleltünk. Az ACTH szintekben lényegi változást nem találtunk. Az ACTH és kortizol szintek változásának összehasonlításakor nem észleltük a klasszikus feed back mechanizmust, tehát a kortizol szint jelentősebb csökkenése nem vonta maga után az ACTH szint emelkedését. A Hotel Flórában fürdő betegek között a kortizol és ACTH szintjei a normál tartományon belül mozogtak. DHEAS tekintetében egyedi esetekben sem észleltünk változást.

Munkánk során a mellékvesekéreg hormonokat illetően azt tapasztaltuk, hogy a radonfürdő az alacsonyabb kortizol szintet emelte a magasabbat csökkentette, mintegy moduláló hatást gyakorolva.

A radontartalmú fürdő kezelés egyre népszerűbb a betegek között. Egyes adatok szerint a betegeket a fürdő igénybevételekor nem befolyásolja a radioaktivitás kockázati tényezője sem. Ugyanakkor ellentmondásosak az adatok a radonfürdő és a tüdőcarcinoma előfordulásának gyakoriságáról. Mozgásszervi betegségekben, főleg spondylitis ankylopoeticában és rheumatoid arthritisben használnak radon fürdőt, de pl. a szabadgyökrendszerre gyakorolt előnyös hatását is igazolták.

Konklúzió:

A radonkezelés hatással lehet a hormonháztartásra, nagy valószínűséggel fokozza a pajzsmirigy működését, befolyással van a mellékvesekéreg hormontermelésére, és provokatív hatású lehet latens vagy manifeszt hyperprolaktinaemia esetén. Az endokrinológiai betegségben szenvedők, különösen pajzsmirigy betegek radonkezelése, fokozott elővigyázatosságot igényel.

2.) vizsgálat

A barlangterápia egyre népszerűbb kezelési forma krónikus légzőszervi megbetegedésekben. A tapolcai barlangot évtizedek óta használják hazánkban gyógyításra és a barlangban állandó radonszint mérés történik. Várakozásainkkal ellentétben azonban úgy tűnik a téli időszak alacsonyabb radon tartalmú klímája jelentősebb egyedi változásokat váltott ki, mint a nyári időszak magasabb radontartalmú levegője. Ennek pontos okát egyelőre még nem tudjuk.

Nyári pajzsmirigy értékek elemzése:

A néhány normál tartományon kívüli esetet külön vizsgálva nyári hónapokban kezelt csoportban a pajzsmirigyműködésben csak kismértékű változások voltak észlelhetők. A kezelés megkezdésekor 3 beteg értékei nem voltak a normál tartományban. A latens hyperthyreosisban szenvedő két beteg állapota nem romlott a kezelés során. A barlangkúra befejezésekor mindkét beteg fT4, fT3 értékei továbbra is a normál tartományban maradtak. Egy súlyos hypothyreosisban szenvedő beteg igen magas TSH értéke valamelyest mérséklődött, FT4 értéke pedig kissé emelkedett a barlangkúra hatására.

Téli pajzsmirigy értékek elemzése:

Az egyes normál tartományon kívüli eseteket külön kiemelve a téli barlangkúrára került betegek között már eleve nagyobb számban voltak rendellenes pajzsmirigyműködésben szenvedők és a kezelés pajzsmirigyműködésre gyakorolt hatásai is kifejezettebbek voltak, mint a nyári időszak betegeinél. A kezelés megkezdésekor egy betegnek manifeszt T3 hyperthyreosisa volt. A kúra nem rontotta a kiindulási paramétereket. Ugyanakkor a kezelés megkezdésekor latens hyperthyreosisban szenvedő négy beteg közül 1 betegnél a kezelés szintén manifeszt T3 hyperthyreosist provokált, a további 3 beteg latens hyperthyreosisa viszont nem romlott a kezelés hatására. Három latens hypothyreotikus beteg értékeit sem befolyásolta lényegesen a téli barlangkezelés. A kezelés megkezdésekor euthyreoid állapotban lévő beteg közül 2 férfi beteg hormonszintjei kórossá váltak a kezelést követően. Egyiküknél manifeszt T3 hyperthyreosis, a másikuknál határérték közeli fT4 szinttel járó latens hyperthyreosis alakult ki.

Mellékvesehormonok elemzése:

A kezelés során sem télen sem nyáron nem sikerült szignifikáns hatást kimutatni a DHEAS szintre. Ugyanakkor az induló szérumban a kortizol szint szignifikánsan magasabb volt télen, mint nyáron és a téli kezelés hatására szignifikáns csökkenés következett be. Ha az adatok további

analízise során figyelembe vesszük a nemeket is, akkor a nők esetében szignifikáns csökkenést találtunk a kezelés előtti és utáni vérminták kortizol koncentrációiban. Ennek az okát nem sikerült kideríteni, de feltehetőleg a téli kezelés fokozottabb stresszhelyzetet teremtett a betegek számára, majd a kezelés stresszoldó hatása érvényesült.

A hypophysis által termelt hormonok esetében sem sikerült szignifikáns változást kimutatni a barlangkezelés hatására, azonban a hyperprolactinemiás esetekben a mind a téli mind a nyári hónapokban jelentősen emelkedett a prolactin szint. A teli hónapokban (alacsonyabb radonkoncentráció) jelentősebb emelkedés volt megfigyelhető, azonban a kis esetszám miatt az adatokból messzemenő következtetéseket levonni nem szabad.

Konklúzió

A fentiek alapján elmondható, hogy a barlangkezelés hatással van a belső elválasztású mirigyekre. A hatások nem bizonyultak irreverzibilisnek, de a radonterápia indikációjának felállításakor az ezirányú anamnesztikus adatokra kellő figyelmet kell fordítani. A bizonyítottan endokrinológiai betegségben szenvedők radonkezelése különös óvatosságot igényel, különösen pajzsmirigy betegek esetében.

3.) vizsgálat

A vizsgált 17 önkéntes esetén induláskor, a medencébe lépés előtt a kilélegzett levegő radonkoncentrációjának legnagyobb értéke $239,2 \text{ Bq/m}^3$, legkisebb pedig $4,2 \text{ Bq/m}^3$. A nagyarányú eltérésekre magyarázatot adni egyelőre nem tudunk. 60 perces benntartózkodás után, a terápiás tér levegőjének belégzésekor, a kezelés utáni kilélegzett levegő radonkoncentrációjának legnagyobb értéke 1397 Bq/m^3 , legkisebb pedig 27 Bq/m^3 . A nagyarányú eltérésekre magyarázatot adni egyelőre nem tudunk. Legnagyobb mértékben 41,2 százalékban, 500 és 999 Bq/m^3 között változtak az értékek. Figyelmet érdemel, hogy azt a három esetet kivéve, ahol hibahatáron belüli az eltérés a kilélegzett levegő radonkoncentrációja és a terápiás tér radonkoncentrációja között, a kilélegzett levegő radonkoncentrációja jóval a terápiás tér radonkoncentrációja alatt marad. Az átlagos eltérés 7,3-szoros, a legnagyobb 42,1-szeres, a legkisebb pedig 1,2-szeres. Tudván azt, hogy a belélegzett radon legnagyobb hányada kilégzésre is kerül, a 7,3-szoros átlagos eltérés igen jelentősnek tűnik, amire a pontos indokot egyelőre nem tudjuk. A kilélegzett levegő radonkoncentráció növekmény aránya és a terápiás víz radonkoncentrációja között sem fedezhető fel

összefüggés. A búvárpalackból való légzéskor a vizsgált 17 önkéntes esetén belépés előtti, indulási átlagos radon-koncentrációja $26,4 \text{ Bq/m}^3$ volt a kilélegzett levegőben, legnagyobb értéke $83,2 \text{ Bq/m}^3$, legkisebb pedig $5,9 \text{ Bq/m}^3$ volt. Ugyanúgy, mint a búvárpalack nélküli esetben, az eltérésekre magyarázatot adni egyelőre nem tudunk. 60 perces benntartózkodás és búvárpalackból történő légzés után a kilélegzett levegő átlagos radon-koncentrációja $435,3 \text{ Bq/m}^3$, legnagyobb értéke $1590,8 \text{ Bq/m}^3$, legkisebb pedig $34,6 \text{ Bq/m}^3$. A nagyarányú eltérésekre magyarázatot adni egyelőre itt sem tudunk. A növekedés átlaga a 17 esetre vonatkoztatva 24,7-szeres, a legnagyobb 119,5-szörös, legkisebb, pedig 1,4-szeres. A terápiás vízben való tartózkodás és a búvárpalackból való lélegzés 60 perce után a kezdeti értékekhez képest nagyobb radon-koncentráció volt mérhető, ami egyértelműen bizonyítja a radon bőrön keresztül való bejutását az emberi szervezetbe, majd távozását a kilélegzett levegővel.

Azt kijelenteni, hogy amennyiben a légzőszerven keresztül is történik radon felvétel, nem csak a bőrön keresztül, akkor ez megnöveli a kilélegzett levegő radon tartalmát, a csak bőrön keresztüli radon felvételhez képest, adott vizsgálati paraméterek figyelembevételével, nem lehet. A víz radon-koncentrációjának $65,4$ és $85,9 \text{ Bq/dm}^3$ közötti változása érzékelhetően egyik esetben sem volt hatással a kilélegzett levegő radon-koncentrációjára.

Konkluzió

A vizsgálati körülményeket figyelembe véve, fürdőterápia során a radon az emberi bőrön keresztül képes bejutni a szervezetbe, majd a tüdőn keresztül a kilélegzett levegővel távozni, mérhető mennyiségben. Vizsgálatunk viszonylag azonos körülmények között zajlott, az önkéntesek kilélegzett levegőjében a radon-koncentrációja mégis széles tartományban mozgott. Ez alapján kijelenthető, az emberi test jelenleg általunk nem ismert fizikai paraméterektől függően különböző módon veheti fel, és választhatja ki magából a radont.

IX. Az értekezés új eredményei

1) Viszonylag alacsony radonkoncentrációjú fürdőkkel végzett kezelés során megállapítottuk, hogy a radontartalmú fürdő lényegesen nem befolyásolja az endocrin rendszert, de az eredmények részletes individuális analízise során azt a következtetést vontuk le, hogy a radon fürdő kezelés hatással lehet a hormonháztartásra, nagy valószínűséggel fokozza a pajzsmirigy működését, befolyással van a mellékvesekéreg hormontermelésére, és provokatív hatású lehet latens vagy manifeszt hyperprolaktinemia esetén. Az endokrinológiai betegségben szenvedők, különösen pajzsmirigy betegek radonkezelése, fokozott elővigyázatosságot igényel.

2) Radontartalmú barlangterápia hatással van a belső elválasztású mirigyekre. A hatások nem bizonyultak irreverzibilisnek, de a radonterápia indikációjának felállításakor az ezirányú anamnesztikus adatokra kellő figyelmet kell fordítani. A bizonyítottan endokrinológiai betegségben szenvedők radonbarlang kezelése különös óvatosságot igényel, különösen pajzsmirigy betegek esetében.

3) Az eredményeink alapján kijelenthető, hogy kb. 1 órányi terápiás vízben (80 Bq/dm^3) való tartózkodás során a radon bőrön keresztül való felszívódása vizeletminták elemzésével nem kimutatható.

A vizsgálati körülményeket figyelembe véve sikerült igazolnunk, hogy a fürdőterápia során a radon az emberi bőrön keresztül képes bejutni a szervezetbe, majd a tüdőn keresztül a kilélegzett levegővel távozni, mérhető mennyiségben. A vizsgálat ideje alatt a terápiás víz radon-koncentrációja $65,4$ és $85,9 \text{ Bq/dm}^3$ között változott, ami a kilélegzett levegő radonkoncentráció növekedésnél befolyásoló hatást nem okozott. Vizsgálatunk viszonylag azonos körülmények között zajlott, az önkéntesek kilélegzett levegőjében a radon-koncentrációja mégis széles tartományban mozgott. Ez alapján kijelenthető, az emberi test jelenleg általunk nem ismert fizikai paramétereiktől függően különböző módon veheti fel, és választhatja ki magából a radont.

Az értekezés témaköréből megjelent cikkek jegyzéke

Nagy Katalin, Bereczki János Az egri gyógy-idegenforgalom fejlődési lehetőségei. Balneológia, Gyógyfürdőügy, Gyógy-idegenforgalom.1998;19:119-120.

Nagy Katalin, Bereczki János A radonfürdő hatásmechanizmusa. Balneológia, Gyógyfürdőügy, Gyógy-idegenforgalom 2000;21: 28-31

Nagy Katalin, Berhés István Radonfürdő kezelés során észlelt endokrin elváltozások Balneológia, Gyógyfürdőügy, Gyógy-idegenforgalom 2001;22:17-25.

Agyagási Dezső, Bereczki János, Nagy Katalin Az Egerszalók DE-42/A jelű hévízkút gyógyvizéről 2001. Balneológia, Gyógyfürdőügy, Gyógy-idegenforgalom 2001;22: 5-10.

Nagy Katalin, Berhés István, Vizi Zsolt, Bereczki János, Gyetvai Gyula Does the radon bath have any modifying effect on the hormon level of rheumatic patients? "Health Resort Medicine in 2nd Millenium, I.S.M.H. Verlag 2004; 231-234pp.. Editors: T. Bender and H. G. Pratzel.

Nagy Katalin, Kávási Norbert, Somlai János, Kovács Tibor, Bereczki János, Berhés István Radonvizsgálatok az egri Törökfürdőben. Balneológia, Gyógyfürdőügy, Gyógy-idegenforgalom 2004;23: 2004. 8-18.

Kávási Norbert, Somlai János, Kovács Tibor, Sebestyén Tímea, Nagy Katalin, Bereczki János, Berhés István Sugárvédelmi mérések az egri Törökfürdőben. Környezeti ártalmak és a légzőrendszer XIV. Kötet Szerk.: Szabó Tibor, Bártfai Imre, Somlai János, Héviz, 2004/2005., ISBN 963 04 3904 2 Ö, ISBN 963 216 8194, F&F press BT, 161-169

Kiss Emese, Dombovári Péter, Somlai János, Nagy Katalin, Laboncz Szilvia, Kovács Tibor ²¹⁰Po-tól származó sugárterhelés meghatározása a barlangterápiás kezelések során. Környezeti ártalmak és a légzőrendszer, XV. kötet, szerkesztette: Szabó Tibor, Bártfai Imre, Somlai János, ISBN 963 04 3904 2 Ö, ISBN: 963 219 126 9, 153-158. oldal, 2005

Nagy Katalin, Berhés István, Kovács Tibor, Somlai János, Kávási Norbert, Laboncz Szilvia
Barlangterápia hatása a hormonháztartásra. III. Magyar Radon Fórum, Szerkesztette: Somlai
János, Kovács Tibor ISBN 963 6420 99 8, 41-50, 2006

Nagy Katalin, Kertész Gabriella, Kávási Norbert, Somlai János, Kovács Tibor, Berhés István
Különböző radontartalmú gyógyvizek hormonháztartásra kifejtett hatásának összehasonlítása
IV. Magyar Radonfórum Szerkesztette: Kovács Tibor, Somlai János, ISBN 9789639696 20 4
143-151 2007

Kávási Norbert, Nagy Katalin, Berhés István, Kovács Tibor, Somlai János, Jobbágy Viktor
Radon az egri Törökfürdőben IV. Magyar Radonfórum Szerkesztette: Kovács Tibor, Somlai
János, ISBN 9789639696 20 4 121-126 2007

J. Somlai, Á. Torma, P. Dombóvári, N. Kávási, K. Nagy, T. Kovács. Contribution of ^{222}Rn ,
 ^{226}Ra , ^{234}U and ^{238}U radionuclides to the occupational and patient exposure in Heviz-spas
in Hungary. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 2007;272:101–106

IF:0,509

T Kovács, J Somlai, K Nagy, G Szeiler. ^{210}Po and ^{210}Pb concentration of cigarettes traded in
Hungary and their estimated dose contribution due to smoking. Radiation Measurements
2007;42 :1737– 1741

IF:0,915

K. Nagy, I. Berhés, T. Kovács, N. Kávási, J. Somlai, L. Kovács, I. Barna, T. Bender Study on
endocrinology effects of radon speleotherapy on respiratory diseases (Közlésre elfogadva,
International Journal of Radiation Biology)

IF: 1,485

K Nagy, N Kávási, T Kovács, J Somlai. Radon therapy and speleotherapy in Hungary. (La
Presse Thermale et Climatique-in press)

Az értekezés témaköréből elhangzott előadások:

Ildikó Siska, Katalin Nagy, János Bereczki The successful treatment of osteoporosis-related back pain employing alphacalcidol and balneotherapy treatment under annual ODM control. 33-rd World Congress of the International Society of Medical Hydrology (ISMH) Karlovy Vary 1998

Nagy Katalin, Berhés István Radonfürdő kezelés során észlelt endokrin elváltozások Magyar Balneológiai Egyesület Országos Vándorgyűlése, Eger, 2001

Nagy Katalin, Berhés István Alkalmazhatunk-e radonfürdő kezelést pajzsmirigy betegeken? Magyar Reumatológusok Egyesülete Északkelet-magyarországi Szekciójának Tudományos Ülése, 2002

Nagy, K., Berhés, I., Vizi, Zs., Bereczki, J., Gyetvai, Gy. Does the radon bath have any modifying effect on the hormon level of rheumatic patients? 34-rd World Congress of the International Society of Medical Hydrology (ISMH), Budapest-Hévíz, 2002

.Norbert Kávási, Katalin Nagy, János Somlai, Tibor Kovács, János Bereczki, István Berhés. Investigation of Radon in the Turkish Bath of Eger (Hungary) Hungarian-Turkish balneological Workshop, Eger, Hungary, 20-23 May, 2004

Nagy Katalin, Bereczki János, Kávási Norbert, Somlai János, Kovács Tibor, Berhés István. Radonvizsgálatok az Egri Törökfürdőben. A Magyar Balneológiai Egyesület Kongresszusa, Mátraderecske-Parádfürdő, 2004

Kávási Norbert, Somlai János, Kovács Tibor, Sebestyén Tímea, Nagy Katalin, Bereczki János, Berhés István. Sugárvédelmi mérések az egri Törökfürdőben. A Környezeti Ártalmak és a Légzőrendszer XIV. Országos Konferenciája, Hévíz 2004

Nagy Katalin, Berhés István, Kovács Tibor, Kávási Norbert, Somlai János, Mészáros György, Kovács László. A tapolcai barlangkúra hatására bekövetkező hormonális változásokról A Magyar Balneológiai Egyesület Kongresszusa, Szeged, 2005

Nagy Katalin, Kávási Norbert, Kovács Tibor, Somlai János, Berhés István, Tokonami S.
Munkavégzők radontól származó sugárterhelésének becslése, és toronvizsgálatok az egi
Törökfürdőben. A Magyar Balneológiai Egyesület Kongresszusa, Szeged, 2005.

T Rétfalvi, J.B Hidvégi, M Köteles, I Berhés, Gy Gyetvai, K Nagy, T Bender J Bereczki.
Chromosomal abberation in periperial lymphocytes during balneotherapy. Nemzetközi
Balneológia Konferencia. Szeged 2005

Nagy Katalin, Berhés István, Kovács Tibor, Somlai János, Kávási Norbert, Laboncz Szilvia
Barlangterápia hatása a hormonháztartásra III. Magyar Radonfórum, Veszprém, 2006

E. Kiss, Sz. Laboncz, T. Kovács, J. Somlai, L Kovács, K. Nagy, I. Berhés. Po-210 Activity
Concentration of Blood Samples Following Cave Therapeutical Treatment Environment-
Research, Protection and Management 13-15 October Agnita, Romania

Nagy Katalin, Kertész Gabriella Kávási Norbert, Somlai János, Kovács Tibor, Berhés István.
Hat-e a fürdőkezelés a hormonháztartásra?
A Magyar Balneológiai Egyesület Kongresszusa, 2006. Debrecen

Nagy Katalin, Kávási Norbert, Kovács Tibor, Somlai János, Berhés István Radon bőrön
keresztül való felszívódásának ellenőrzése fürdőkezelés során
A Magyar Balneológiai Egyesület Kongresszusa, Debrecen, 2006

Nagy Katalin, Kertész Gabriella, Kávási Norbert, Somlai János, Kovács Tibor, Berhés István
A fürdőkezelés hatása a hormonháztartásra
IV. Magyar Radon Fórum, Veszprém, 2007. április

Nagy Katalin, Kávási Norbert, Kovács Tibor, Somlai János, Berhés István. Radon bőrön át
történő felszívódásának vizsgálata radontartalmú gyógyfürdőben történő fürdő során A
Magyar Balneológiai Egyesület Kongresszusa 2007. November

Nagy Katalin, Kávási Norbert, Kovács Tibor, Somlai János. Radon bőrön keresztül való
felszívódásának igazolására végzett vizsgálataink Magyar Reumatológusok Egyesülete
Északkelet-Magyarországi Szekció XX. Tudományos Ülése, Szolnok, 2008. április