

A KLUTERT-BARLANG GYÓGYHATÁSA

A második világháború vérvizataros éveiben a vesztfáliai Ennepetal és a környező falvak lakói ezrével keresték fel az Ennepe folyó partján nyíló Klutert-barlangot, hogy védelmet találjanak benne a megújuló légitámadások ellen. A barlang már a 30 éves háborúban is menedéket adott a környék lakosságának.

A barlang feltérképezett, labirintus-szerű járatainak összhossza 5,6 km, így Németország legnagyobb barlangjának számít. Kialakulását az Ennepe beáramló vizének köszönhetjük, mely a Klutert-hegyen áthúzódó, alig 20 m vastag devon mészkőréteg tektonikusan összetört hasadékait korróziós úton járható üregrendszerre bővítette ki.

A bombatámadások elől a barlangba menekülők közt sokan voltak olyanok, akik légzőszervi megbetegedésben szenvedtek (Asthma bronchiale, Bronchitis). A kényszerű barlangi tartózkodások során ezek a betegek azt tapasztalták, hogy rohamaik csökkennek, a betegség kellemetlen tünetei enyhülnek. E különös jelenségnek hamar híre futott a környéken és a betegek a háború után is rendszeresen visszatértek a barlangba egy-egy kúrára. A negyvenes évek vége felé naponta már mintegy 200 beteg kereste fel a barlangi „gyógyhelyet” távoli vidékekről is.

Az egészségügyi szervek kezdetben meglehetősen elhanyagolták a Klutert-barlanggal kapcsolatos vizsgálatokat. A betegek saját elhatározásukból, mindenemű előzetes vizsgálat és a kúra alatti orvosi felügyelet nélkül látogatták a barlangot, így előfordult, hogy egyes szívbántalmakban szenvedő, vagy magas vérnyomású betegeknél a barlangi terapia éppen káros hatást váltott ki.

Az első orvosi megfigyeléseket 1952-ben kezdték meg. Dr. Schulz nevű körzeti orvos a barlangi kúra után 3–6 hónappal 130 beteget kérdezett meg. A 130 közül 66-an asthma bronchiale-ben szenvedtek, az utóbbiak 80%-ánál tapasztalták a betegség tüneteinek jelentékeny javulását. Ettől kezdve a barlangba csak előzetes orvosi vizsgálat után engedték be a betegeket és a kúra időtartamát a beteg állapota szerint szabták meg.

1954-ben a kúra előtt és után részletes orvosi vizsgálatnak vetettek alá 30 különböző nemű és korú asthma bronchiale-ban szenvedő beteget. A 30 beteg közül

- 12 beteg (40%) igen jó javulással,
- 7 beteg (23%) jó javulással,
- 3 beteg (10%) javulással,
- 6 beteg (20%) gyenge javulással,
- 2 beteg (7%) javulás nélkül

fejezte be a 15–37 napig tartó kúrát.

Szakkörökben egyre inkább előtérbe került annak a szükségessége, hogy gondos fizikai-kémiai vizsgálatokkal eldöntsék: milyen hatások okozzák a Klutert-barlangban a légzőszervi betegeknél e különleges gyógyhatást. Mindenek előtt a barlang sajátos mikroklímáját kellett részletesen megvizsgálni. Erre a neves klimatológus-vegyész, Dr. H. Cauer vállalkozott.

A vizsgálatoknál az volt az alapkérdés, hogy milyen bioklimatikus faktorok érvényesülnek a barlangban. Feltételezték, hogy a barlangi levegőnek bizonyos anyagok nyálkaoldó hatást biztosítanak, ugyanakkor hiányoznak belőle a kedvezőtlen ingert kiváltó anyagok. Levegőmintákat vettek a barlangból és laboratóriumban gondosan elemezték azokat. Megmérték a levegő abszolút és relatív nedvességét. A barlangi levegő mozgását Dräger-féle füstcsöveskével figyelték és Scholz-féle magszámlálóval is végeztek vizsgálatokat. A rádióaktivitást Geiger-számlálóval mutatták ki. A kémiai vizsgálatok keretében a levegő egyéb gázelegyeit mérték meg, mint pl. a széndioxidot, továbbá meghatározták a levegő jód és brómtartalmát, az oxidált anyagokat ózon formájában és végül a redukált anyagokat. Aerosol vizsgálatokat is végeztek, és pedíg kalcium, magnézium, kálium, ammónium, szulfát, klórid és nitrit tartalomra és pH értékre.

A vizsgálatok számszerű adatait az alábbiakban foglalhatjuk össze Cauer vizsgálatai alapján:

Hőmérséklet. A barlang évi közepes hőmérséklete $9,5^{\circ}$, igen kis éves amplitudóval (más forrásmunkában $10,4^{\circ}$)².

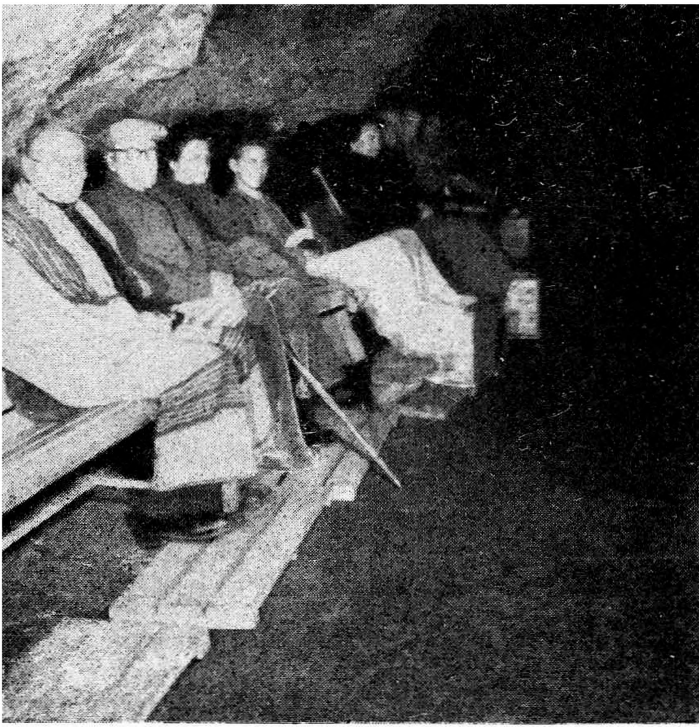
Relatív nedvesség. A barlangi levegőben uralkodó relatív gőznyomás általában 100% körül mozog.

Abszolút nedvesség. Cauer vizsgálatai szerint az abszolút nedvesség átlaga $9,3 \text{ g/m}^3$, amely gyakorlatilag megfelel kb. 1000 m magas hegyen nyáron a levegőben található vízgőzmennyiségnek.

Légmozgás. A barlangi légmozgás megfigyelése arra a megállapításra vezetett, hogy a barlang levegője gyakorlatilag 24 óra alatt kicserélődik.

Magszámlálás. A városi levegővel összehasonlítva a barlangban a kis magvak száma százszor, a nagy magvaké pedig ezerszer kevesebb. A barlanglevegő gyakorlatilag pormentesebb, mint a hegyi levegő, így ingerkeltő hatásra is kisebb.

Rádióaktivitás. A barlangban mért rádióaktivitás átlagban 2,4-szerese volt a szabadban mértnek.



Asztmás betegek a Klutert-barlangban

A barlangi levegő gázelegyeinek vizsgálata a következő eredményeket adta:

Széndioxid. Az összes mérések átlaga 0,306 térfogat %, azaz kb. tízszerese a szabad légtér CO_2 tartalmának (0,03 %).

Ózon. Ózont csak a bejáratától 50 m távolsáig tudtak kimutatni, azon túl már nyomokban sem. (Megjegyzendő, hogy bányákban még a bejáratától 500 m-re is találtak ózont a légáramban).

Redukált anyagok. A barlang bejárata előtt a redukciós érték 550 mg/m^3 levegő. Ez megfelel a szabad légtérbeli viszonyoknak, városokban ez $2000\text{--}3000 \text{ mg/m}^3$ értéket mutat. A barlangi levegőben 5 mg/m^3 érték alatt mértek, azaz a kimutathatóság alsó határán. Ilyen értéket kaptak a Pic du Midi (Piréneusok) 2877 m magas csúcsán. Ez azt mutatja, hogy a barlangi környezetben igen erős légtisztulási folyamat zajlik le, hiszen a beáramló, naponta cserélődő levegő még 550 mg/m^3 redukciós értékű.

Különösen részletesen foglalkoztak a *barlangi aerosol* kémiai vizsgálataival.

Kalcium-magnézium. A telítettség állapotában levő barlangi levegőben igen sok, alig $10^{-7}\text{--}10^{-5}$ cm nagyságú vízcseppecske lebeg, melyeket az ember belélegz. Ezekben a parányi cseppecskékben a kalcium viszonylag nagy értéket képvisel, míg a magnéziumtartalom alig nagyobb, mint a szabad levegőn. Az előbbinek gyógyászati szempontból nagy fontossága van.

pH-érték. A barlang előtti levegő aerosoljának vizsgálata 4,7 pH értéket adott, a barlangban a középérték 4,3 pH volt. (Városokban és ipartelepeken 5–6 pH).

Biológiai szempontból az ismertetett tényezők közül csupán négyhez fűzünk megjegyzést:

A széndioxid szerepe. A levegő CO_2 tartalmának nagysága biológiai szempontból a következő jelentőséggel bír:

- 0,03 térf. %, normális, nem érzékelhető
- 0,1 térf. %, beteg ember érzékeli,
- 1,0 térf. %, egészséges ember is érzékeli,
- 2,5 térf. %, nyugvó vagy könnyű munkát végző egészséges embernél még nem zavar,
- 4,0 térf. %, légzési zavarok,
- 5,0 térf. %, fölött rosszullet, ájulás.

A barlangban a CO_2 mennyisége 0,3 térf. %, tehát káros hatása nincs, sőt betegek számára előnyös, mivel a légzési inger fokozásával a percnként belélegzett levegőt kb. 1–1,5 l-rel növeli. A kedvező hatást azonban nem a CO_2 jelenti, hanem a levegővel belélegzett nagyobb mennyiségű kalciumtartalmú cseppek.

A relatív- és az abszolút légnedvesség szerepe. A közel 100% relatív nedvességű, hűvös barlangi levegő az orron át való belélegzés közben $28\text{--}30^\circ\text{C}$ -ra melegszik fel, relatív nedvessége ezért kb. 30–33%-ra csökken le. A tüdőbe tehát viszonylag „száraz” levegő jut be, amely ott vizet vesz fel. Kilégzőskor a levegő hőmérséklete $35\text{--}36^\circ\text{C}$ és már $39\text{--}42 \text{ g/m}^3$ H_2O -t tartalmaz. Ha levonjuk a belélegzett levegő $9,3 \text{ g/m}^3$ abszolút nedvességét, akkor megállapíthatjuk, hogy belélegzett levegő m^3 -enként 30–33 g vizet veszett a szervezet. Légzésenként 0,5 l levegővel és percnként 16 belélegzéssel (8 l) számolva, egy óra alatt 15–17 g a tüdön keresztül történő vízleadás. (Nyáron a városok szabad légtérében a tüdön keresztül történő vízleadás mindössze 5–6 g/óra, mivel itt a levegő belélegzőskor már 15–25 g H_2O -t tartalmaz).

Az aerosol pH-értékének jelentősége. Mint említettük, a mérések szerint a barlangi aerosol pH-értékét igen alacsonynak találták (4,3). Marchionini vizsgálatai szerint 4,2 pH érték alatti vizes oldatokban számos pathogen csíra elpusztult, 4,2–5,5 pH közt megbénult, míg 5,5–8,2 pH érték közt normális fejlődést tapasztaltak. A barlangi aerosol tehát alacsony pH-értéke miatt sem kedvez a betegségét okozó csíráknak, sőt elősegíti azok pusztulását.

Az aerosol kalciumtartalmának szerepe. A kondenzcseppecskékben a barlang bejárata előtti légtérben 1,5 mg/l kalcium mennyiséget mértek középértékben. Ez megfelel $18,3 \text{ gamma/m}^3$ -nek. A wiesbadeni Kochbrunnen inhalációs terében átlagban 880 g-t találtak 1 m^3 levegőben. A barlangban a kalciumtartalom $18,6\text{--}262,0 \text{ g/m}^3$. A Barthel–Kuster-féle normális térinhalációval szemben átlagban 10%, kedvező esetben 33% nagyságrendű. A barlangi levegővel tehát az ember viszonylag nagymennyiségű kalciumot lélegez be, amelynek nyálkaoldó hatása az asztmás vagy krónikus bronchitiszben szenvedő betegek részére igen kedvező.

Tábori ágyakon elhelyezett betegek (A fényképeket a Klutert-barlang igazgatósága bocsátotta rendelkezésünkre.)

A barlangi mikroklímának, mint sajátos terápiás lehetőségnek, tudományos kutatása még kezdeti szakaszában van. Az eddigiek alapján is megállapítható azonban, hogy a különböző mikroklímátikus tényezők *együttes hatása* idézi elő az egyes légzőszervi megbetegedéseknél a kedvező hatást. Természetesen magát a betegséget megszüntetni nem képesek, de a beteg számára kedvezőtlen tüneteit lényegesen enyhíthetik.

Az ismertett mikroklímátikus adottságok nemcsak a Klutert-barlangban vannak meg, hanem csaknem minden zárt, nem nagyon háborgatott természetes üregrendszerben. Így pl. hazánk nagyobb barlangjainak legfontosabb klímátikus elemei csaknem azonos értékűek a Klutert-barlangéval. Ebből logikusan következik, hogy a hazai nagy barlangok (pl. Béke-, a Szabadság-, a Kossuth-, a Vass Imre-barlang) hasonló gyógyhatást biztosíthatnak az egyes légzőszervi megbetegedésben szenvedők részére, mint az agyonrekámozott Klutert-barlang.

Az eddigi kísérletek, melyeket huzamosabb időn át a Béke-barlangban végeztek, továbbá alkalomszerűen más barlangokban is (Szabadság-barlang, Abaliget-barlang, Lillafüredi István-barlang stb.), ezt a megállapítást ma már tapasztalatilag is igazolják.

Elérkezettnek látszik az idő, hogy az asztmatikus és bronchitiszes betegek barlangi szanatóriumi kezelése ügyében hazánkban is elhatározó lépések történjenek.

dr. Balázs Dénes



IRODALOM

Cauer, H.: Chemisch-physikalische Untersuchungen der Klimaverhältnisse in der Kluterthöhle. Archiv für physikalische Therapie, 1954. 1.

Spannagel, K. H.: Die Behandlung des Asthma bronchiale und der chronischen Bronchitis in der Kluterthöhle. Zeitschrift für angewandte Bäder- u. Klimaheilkunde, 7. Jahrgang, 1960. 6., Stuttgart.

Spannagel, K. H.: Die medizinische Wirkung der Kluterthöhle auf das Asthma bronchiale und die chronische Bronchitis. Jahreshft für Karst- u. Höhlenkunde, 1961. München.

Wagner, P.: Spirographische Untersuchungen bei Astmatikern vor und nach kurmässigem Besuch der Kluterthöhle. Medizinische Klinik, Wochenschrift für Klinik u. Praxis, 1956. 1835—1836. pp.

GRÖNLANDI BARLANGOK

Grönland ÉK-i részén néhány évvel ezelőtt két amerikai geológus, dr. William E. Davis és Donald Grimsley egy szűk völgyben 12 barlangot fedezett fel. A barlangok paleozóoi mészkőben keletkeztek, bejárati nyílásuk 500—650 m magasan fekszik a tenger színe felett. A barlangjáratok 5—12 m magasságúak, hosszúságuk maximum 60 m-ig terjed, a további szakaszokat omlások torlaszolják el.

A nyugati fekvésű barlangokban vastag kitöltést találtak. A felső rétegsor kb. 2 m vastag, narancs-sárga színű homokos agyag, alatta 15 cm agyagréteg következik. Az egészet kb. 15 cm vastag jégréteg takarja. Kisebb sztalagmitokat is találtak, a bejárat közelében a falakon negatív formákat (bemélyüléseket) figyeltek meg.

Nyitott kérdés e messzi É-on fekvő barlangok kialakulásának kora. Ennek eldöntéséhez ismerni kellene a grönlandi jégtakaró É-i részének mozgás és ingado-

zás viszonyait, azonban a kutatások e kérdésben is még kezdeti stádiumban vannak. J. Corbel szerint a szóbanforgó barlangok már glaciális időszak után keletkeztek. ÉK-Swalbardon a hasonló üregek kora C^{14} meghatározással $10\ 000 \pm 1500$ évre tehető. A színes kitöltés kora szerinte maximum 5000 év.

Az amerikai geológusok által átkutatott „Barlang-völgy”-től ÉNy-ra a Christian-földön, további, még nem kutatott barlangok találhatóak. Grönland legészakibb részén, a Wulf-földön egy igen nagy barlangnyílást fedeztek fel. Egyelőre csak repülőgépről figyelték meg és fényképezték le. A barlang a 82° É-szélességen és 48° Ny-i hosszúságon nyílik. Átkutatása bizonyára értékes adatokat szolgáltatna É-Grönland korai fejlődéstörténetéhez, egyelőre azonban a barlang megközelítése technikai akadályokba ütközik.

Sole Munck (Dánia)