

A Szegedi Orvostudományi Egyetem Gyermecklinika
(Igazgató: Boda Domokos dr. egyetemi tanár) és a
József Attila Tudományegyetem Természeti Földrajzi Tanszék
(Igazgató: Jakucs László dr. egyetemi tanár) közleménye

A Hajnóczy-barlang mikroklímájának hatása egészséges populáció légzésfunkcióira

MUCSI JÁNOS, MUCSI LÁSZLÓ

Érkezett 1987. I. 22.

Összefoglalás: Saját, ill. barlangász társaink korábbi méréseire támaszkodva elvégeztük a Hajnóczy-barlang mikroklímájának elemzését, és vizsgáltuk a tábor és a barlangászat hatására kialakuló légzésfunkciós

Eredményeink azt mutatják, hogy a kúraszerű barlangi tartózkodás változásokat.

jelentősen és tartósan javítani képes egészséges emberek légzésfunkciós állapotát. A javulás több, egymástól elválaszthatatlan tényező komplex hatásának következménye. A spirometriás paraméterek közül az obstruktív elváltozások egyik mutatója, a PEF követte a legérzékenyebben a légzőrendszerben bekövetkező változásokat, amely megerősíti az egészséges emberek iatens pozitív bronchomotor-tónusának létezésére vonatkozó feltetelezésünket.

Резюме: Операясь на собственный опыт и прежние измерения наших коллег был завершен анализ микроклимата пещеры Хайноци и исследовано формирование изменений дыхательной функции после лагеря и пребывания в пещере.

Результаты наших исследований показывают, что пребывание в пещере может значительно улучшить состояние дыхательной функции здоровых людей. Улучшение является результатом комплексных, неотделимых друг от друга факторов влияния. Среди спирометрических параметров одним из показателей являются обструктивные изменения, за ними следует PEF наиболее чувствительных изменений в дыхательной системе, что укрепляет наши предположения о наличии у здоровых людей скрытых позитивных бронхомоторных тонов.

Summary: Based on former observations (made by themselves and speleologists) authors analysed the microclimate of the cave Hajnóczy; and registered changes in the expiratory function due to the cave stay and speleologic activity.

Authors experienced that a treatment-like stay in the cave could significantly improve the respiratory function of healthy individuals. This improvement is the result of several correlated factors. Among spirometric parameters, PEF (relevant for obstructive disorders) followed most precisely these changes. This later observation argues in favour of the hypothetic existence of positive bronchomotor tone in healthy individuals.

Zusammenfassung: Auf ihre eigenen Untersuchungen, bzw. auf die der ihrer Höhlenforscher-Kameraden gestützt haben die Verfasser die Analyse des Mikroklimas der Hajnóczy-Grotte ausgeführt und haben die auf die Wirkung des Lagers und der Höhlenforschung auftretenden Änderungen der Atemfunktion untersucht.

Die Ergebnisse zeigten, dass der kurartige Aufenthalt in der Grotte imstande ist den Atemfunktionszustand gesunder Personen bedeutend zu bessern. Die Besserung ist die Folge der komplexen Wirkung mehrerer, von einander nicht trennbaren Faktoren. Von den Spirometrie-Parametern zeigte ein Index der obstruktiven Veränderungen, der PEF am empfindlichsten die im Respirationssystem eintretenden Änderungen, was die Annahme der Existenz eines latenten positiven Bronchomotor-Tonus gesunder Personen bestärkt.

Bevezetés

Bizonyítottak tekinthető, hogy az asztmás, ill. krónikus bronchitiszes betegek állapota jelentősen javul néhány hetes, barlangi klímában megvalósított komplex kezelés hatására. Objektív mérési módszerek, így a légzésfunkciós vizsgálatok felhasználása az értékelésben az utóbbi években vált jellemzővé [8, 9, 10, 12, 13, 14, 17].

Ahhoz, hogy egy adott környezetben megítéljük a beteg szervezet reakcióit, feltétlenül szükség van az egészséges szervezet viselkedésének megismerésére is. Mivel a szakirodalomban nem találtunk adatot arra vonatkozóan, hogy miképpen befolyásolja a barlangi mikroklíma az egészségesek tüdőkapacitását, érdemesnek láttuk egy légzésfunkciós vizsgálat-sorozat elvégzését tartósan barlangi klíma hatása alatt levő egészséges populációban.

Méréseinket a Bükk-hegységben levő Ódorváron, a tiszaföldvári Hajnóczy József Gimnázium és Ovónői Szakközépiskola 1985. évi barlangkutató táborában, és a közeli, kb. 2 km hosszú Hajnóczy-barlangban végeztük el.

Módszerek, vizsgált személyek

29 barlangkutatót vizsgáltunk, kontrollcsoportnak pedig 8 felszíni táborlakót tekintettünk. Mindkét csoportot zömmel középiskolások alkották, az átlagéletkor 17,5 év volt. A testmagasságbeli különbségeket az ún. kell-értékekhez való viszonyítással küszöböltük ki.

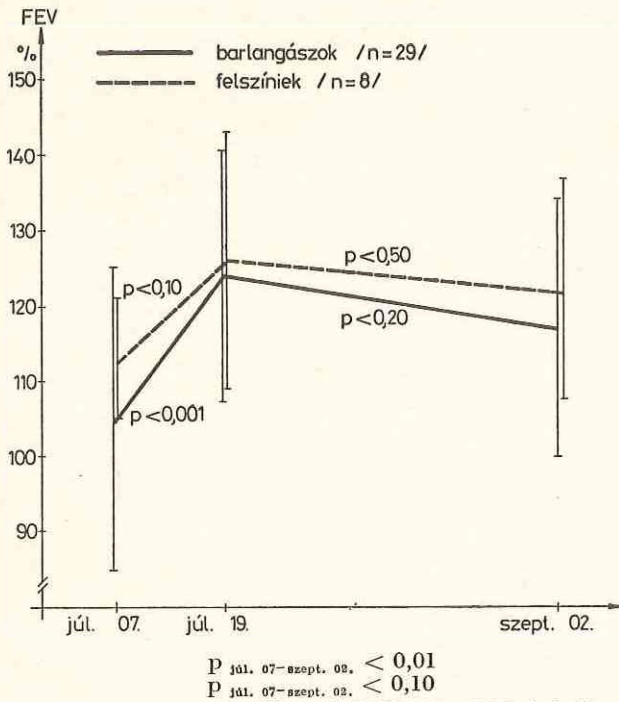
Valamennyi fiattól részletes anamnézist és rövid belgyógyászati státust vettünk fel, amelyek során lényeges eltérést nem tapasztaltunk.

A légzésfunkciós méréseket Spiroscreen 21 (MEDICOR) műszerrel végeztük el a kéthetes tábor első (1985. júl. 7.) és utolsó munkanapján (1985. júl. 19.), majd 6 héttel később az iskolaév kezdetén (1985. szept. 2.), közelítőleg ugyanabban az időpontban, délután 14—16 óra között. A kilégzési csúcssebességet (PEF), az erőltetett kilégzési másodperctérfogatot (FEV₁) és az erőltetett vitálkapacitást (FVC) mértük. Mindenki legalább három próbát tett. A fújások eredményeit a kell-értékhez viszonyított százalékos arányban fejeztük ki. Az értékelés során valamennyi paraméter esetében a legjobbat vettük figyelembe.

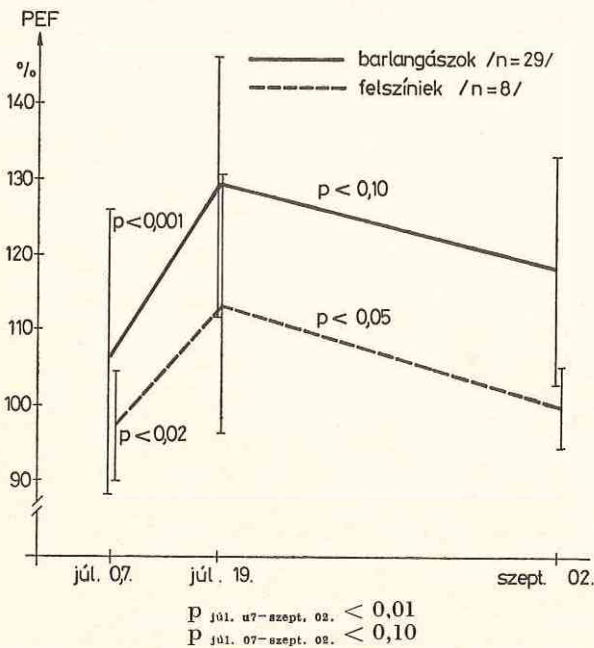
A barlangászok a tábor alatt átlagosan kb. 50 órát töltöttek a barlangban.

Eredmények

Légzésfunkciós méréseink eredményeit az 1—3. ábrán mutatjuk be. A tábor során a barlangászok között valamennyi vizsgált paraméter jelentős, átlagosan kb. 20%-os javulást jelzett, amely statisztikailag a Student-fé-

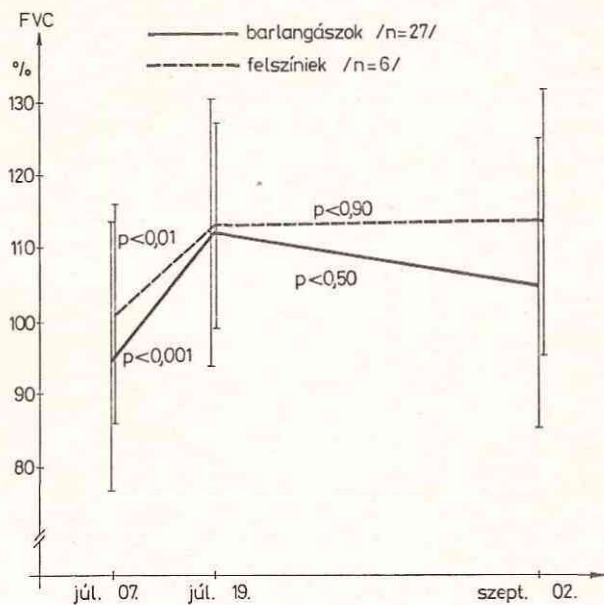


1. ábra. A FEV₁ százalékos alakulása az 1985. évi tábor barlangász- és felszíni csoportjában.
(A statisztikai számítások egymintás t-próbával történtek.)



2. ábra. A PEF százalékos alakulása az 1985. évi tábor barlangász- és felszíni csoportjában.
(A statisztikai számítások egymintás t-próbával történtek.)

le egymintás t-próbával értékelve magas szignifikanciát ($p < 0,001$) mutatott. A felszíni csoport tagjainál is jelentős javulást észleltünk, amely a PEF ($p < 0,02$), ill. az FVC ($p < 0,01$) esetében szignifikánsnak bizonyult ugyan, de a szignifikancia szintje elmaradt a barlangászoké mögött, sőt a FEV_1 változása ($p < 0,10$) el is maradt a szignifikánsnak tekintett szinttől.



$P_{\text{júl. 07-szept. 02.}} < 0,001$

$P_{\text{júl. 07-szept. 02.}} < 0,10$

3. ábra. A FVC százalékos alakulása az 1985. évi tábor barlangász- és felszíni csoportjában.
(A statisztikai számítások egymintás t-próbával történtek.)

A tábor után 6 héttel ismét elvégeztük ugyanezt a mérésorozatot. A barlangászok esetében ugyan valamennyi paraméter átlagértéke csökkent, ez a csökkenés azonban egyik esetben sem érte el a szignifikáns szintet. A felszíni csoport tagjain végzett vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a tábor után a FEV_1 és az FVC átlagértékei nem változtak jelentősen, a PEF viszont szignifikánsan romlott ($p < 0,05$).

A szeptemberi mérések eredményeit a tábor elején mértékhez hasonlítva azt tapasztaltuk, hogy a barlangászoknál a javulás még mindig erősen szignifikáns ($p < 0,01$, ill. $p < 0,001$). A felszíni csoportnál viszont nincs lényeges különbség a tábor eleji és a szeptemberi állapot között.

A vizsgált paraméterek közül a PEF-értékek követték a legérzékenyebben a légzésfunkciós állapotban bekövetkező változásokat. A 2. ábrán nyomon követhető, hogy a barlangászok javulása a tábor ideje alatt sokkal meredekebb volt, s ezt csak minimális csökkenés követte. Ezzel szemben a felszíni csoportban a tábor ideje alatti javulás mérsékeltebb volt, sőt a táborot követő romlás már szignifikánsnak ($p < 0,05$) bizonyult.

Megbeszélés

A légzésfunkciós állapot javulása több tényező komplex hatásának lehet a következménye; ezek természetesen együtt hatnak, feltételezik, ill. kiegészítik egymást [10]. Közülük legfontosabbnak a barlang jellegzetes mikroklímáját (I. táblázat) emeljük ki.

A Hajnóczy-barlang mikroklímájának főbb jellemzői

I. táblázat

A levegő hőmérséklete	$8,5 \pm 1,5$ °C
— áramlása	5—25 cm/s
— relatív páratartalma	93—100 ⁰ / ₀
— abszolút páratartalma	9,2 g/m ³
Bradtke-féle közérzeti index	1,0
Mechanikus részecskeszám a levegőben	2,4—18 db/cm ³
A levegő CO ₂ -tartalma	0,08—1,0 ⁰ / ₀
Alfa-sugárzás	8—14 kBq/m ³
Az aerosol	
— Ca ⁺⁺ koncentrációja	0,16—0,18 mmol/l
— Mg ⁺⁺ koncentrációja	0,03—0,07 mmol/l
— Cl ⁻ koncentrációja	0,17—0,23 mmol/l
A csepegő vizek	
— Ca ⁺⁺ koncentrációja	2,10 mmol/l
— Mg ⁺⁺ koncentrációja	0,20 mmol/l
— Cl koncentrációja	1,24 mmol/l
— SO ₄ ⁻ koncentrációja	0,49 mmol/l
— NO ₃ ⁻ koncentrációja	0,15 mmol/l
— NH ₄ ⁺ koncentrációja	0,00 mmol/l
— pH-ja	7,77

A levegő alig változó, hűvös hőmérsékletű, csekély áramlásából és relatíve magas, abszolút értékét tekintve viszont alacsony páratartalmából következik, hogy

- viszonylag ritkán lép fel hidegérzet a barlangban,
- a testfelületen minimális a párologtatás, ugyanakkor
- a tüdőn keresztül a szervezet jelentős mennyiségű folyadékot adhat le;
- a barlangi levegő gyakorlatilag por-, csíra- és allergénmentes, hiszen a páratelt levegőbe kerülő különböző magokat azonnal vízburok veszi körül, és így azok leülepednek vagy lecsapódnak a környező falakra [3, 5, 11].

A felszínnél sokkal magasabb CO₂-koncentráció a légzőközpontokra hatva jelentősen növeli a légzés mélységét, s ezáltal a légzési perctérfogatot. A mélyült légzés elősegíti, hogy a barlangi aerosol eljusson a mélyebb tüdőrészekhez, és ott kifejthesse hatását [2, 15, 18].

Somogyi és Németh vizsgálatai szerint a barlang levegőjében az alfa-sugárzás több száz-, olykor ezerszerese a felszíni értéknek [16]. Erős ionizáló képességével jótékony hatású negatív ionizációt hozhat létre.

A barlangi aerosol terápiás hatékonyságát egyre kevésbé vitatják. A legfontosabb vegyi komponensnek a Ca⁺⁺-ot tartják, amelynek gyulladásgátló, spazmolitikus és nyákkoldó hatást tulajdonítanak [1, 7].

A barlangi csepegő vizekből képződik a speleo-aerosol leghatékonyabb, ún. béta-komponense, amely néhány mikronos mérete és igen magas oldottanyag-tartalma (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺) révén a nyálkahártyán jelentős lokális hatást tud kifejteni [4, 11]. Az alacsony NO₃⁻-koncentráció és az ammónia-mentesség a barlang tisztaságát, ill. magas öntisztító-képességét bizonyítja.

A légzésfunkciós értékek javulásában a barlangklímán kívül természetesen lényeges szerepe lehet az ódorvári felszíni klímának is, elsősorban a tiszta hegyi levegőnek. Nem lebecsülendő a tábor során kifejtett sporttevékenység sem.

Az ódorvári kutatótáborra röviddel a tanév befejezése után került sor. A középiskolásoknak és tanáraiknak az évvégi hajrá, az egyetemistáknak pedig a vizsgaidőszak jelentett jelentős idegi megterhelést. A tábor lakói két hétre megszabadultak családi és lakóhelyi konfliktusaiktól. Mivel Ódorvár 4—5 km-re van a legközelebbi lakott településtől, s a táborba nincs bevezetve sem a villany, sem a víz, a civilizációs ingerek így kevésbé érvényesülnek.

Az asztma komplex patogenezisében nem hanyagolható el a pszichoszomatikus tényező sem. Feltételezzük, hogy eltérő mértékben ugyan, de egészséges embereknél is létezik egy pozitív bronchomotor-tónus. A stresszmentes természeti környezet nyugtatja az idegrendszert, s vegetatív hatásán keresztül még az egészséges emberek bronchomotor-tónusát is csökkenti.

A klímaváltozás terápiás utóhatása ismert: egy reakcióláncolatot szakít meg. Irritáló ágensek hiányában helyreáll az anyagcsere és az immunrendszer egyensúlya, javul a szervezet védekezőképessége. a légúti nyálkahártya megnyugszik, a nyák szekréció csökken, a bronchomotor-tónus fokozódása miatti latens obstrukció megszűnik.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondunk köszönetet a Heves, a Szolnok és a Csongrád megyei KÖJÁL-nak mintáink elemzéséért és a hiányzó műszerek biztosításáért, dr. Gyurkovits Kálmánnak, a SZOTE Gyermekklinika tudományos főmunkatársának több éves tudományos diákköri témavezető tevékenységéért, dr. Horváth Tibor főorvosnak, a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat barlangterápiás szakbizottsága vezetőjének, dr. Jakucs László egyetemi tanárnak és dr. Keveiné dr. Bárány Ilona egyetemi docensnek értékes szakmai tanácsaikért, Varga Csaba középiskolai tanárnak, a tábor vezetőjének és a kutatótábor lakóinak sokrétű segítségükért.

IRODALOM

1. Ágoston B., Bíró Zs., Hajós K., Krichkopf M., Vadász Gy.: A légzőszervi betegségek barlangterápiája. Orv. Hetil. 109, 640 (1968).
2. Bálint P.: Orvosi élettan. Medicina, Bp., 252—262, 1981.
3. Cauer. H.: Chemisch-physikalische Untersuchungen der Klimaverhältnisse in der Kluterthöhle. Archiv für Physikalische Therapie. 6, 8 (1954).
4. Cser F., Gáboros M.: Néhány megjegyzés a barlangi levegő nedvességtartalmához. VII. Nemzetközi Szpeleoterápiás Szimpózium. MKBT Bp., 118—26. 1984.
5. Fodor I.: A barlangok éghajlati és bioklimatológiai sajátosságai. Akadémiai Kiadó Bp., 11—172, 1981.
6. Fodor I.: A barlangok terápiás lehetőségeinek természettudományos alapjai. VII. Nemzetközi Szpeleoterápiás Szimpózium. MKBT Bp., 47—62. 1984.
7. Gressel, W.: Die Bedeutung der Wetter- und Klimafaktoren in der Speleotherapie. VII. Nemzetközi Szpeleoterápiás Szimpózium. MKBT Bp., 91—93, 1984.
8. Horváth T., Somogyi J., Mészáros I.: Barlangterápiás tapasztalataink krónikus obstruktív légzőszervi megbetegedések kezelésében. Pneumonol. Hung., 32, 481 (1979).
9. Horváth T.: A barlangterápia lehetőségei és szerepe az idült légúti megbetegedések komplex rehabilitációjában. Pneumonol. Hung. 36, 343 (1983).
10. Horváth T.: A barlangterápia, mint légzésrehabilitációs módszer hatása a légúti obstrukciókra. Balneológia, Rehabilitáció, Gyógyfürdőügy, 5, 167 (1984).

11. *Jakucs L.*: Egyes karsztbarlangok légzésterápiai hatékonyságának oki tényezői. VII. Nemzetközi Szpeleoterápiai Szimpózium. MKBT Bp., 63—84, 1984.
12. *Kövesi Gy., Háber J., Borsiczky M.*: A krónikus nem specifikus betegségek (CNSIB) kezelése az abaligeti barlangszanatóriumban. *Pneumonol. Hung.* 29, 34 (1976).
13. *Kraszkó P., Jónás J., Szoboszlai F.*: Barlangklíma-kezelés eredményessége légzőszervi obstruktív szindrómában. *Orv. Hetil.*, 114, 2661 (1973).
14. *Kraszkó P.*: Újabb adatok a barlangklíma gyógyhatásához obstruktív és hiper-szenzitív krónikus légzési betegségekből. *Pneumonol. Hung.* 36, 337 (1983).
15. *Schulz, E.*: Kluterthöhle und Asthma. *Med. Klinik.* 47, 40 (1952).
16. *Somogyi Gy., Varga Zs., Németh Gy., Pálfalvi J., Gerzson I.*: Radonmérés a Hajnóczy-barlangban. *Izotóptechnika*, 26, 38 (1983).
17. *Spannagel, K. H.*: Die Behandlung des Asthma bronchiale und der chronischen Bronchitis in der Kluterthöhle. *Ztschr. angew. Bäder-Klimahk.* 7, 684 (1960).
18. *Widdicombe, J. G.*: Mediators and reflex bronchoconstriction. *Eur. J. Respir. Dis., Suppl.* 129, 65 (1983).