

Hæðarveiki - yfirlitsgrein

Ágrip

Gunnar Guðmundsson^{1,3}
lungnalæknir

Tómas Guðbjartsson^{2,3}
hjarta- og lungnaskurðlæknir

Hæðarveiki* er samheiti yfir sjúkdóma sem gera vart við sig í mikilli hæð yfir sjávarmáli, oftast þegar komið er yfir 3000 metra hæð. Aðallega er um þrjár gerðir hæðarveiki að ræða, háfjallaveiki, háfjallaheilabjúg og háfjallalungnabjúg. Orsök hæðarveiki er almennt talin vera súrefnisskortur en meingerð sjúkdómanna er flókið samspil margra þátta sem til verða vegna viðbragða líkamans við súrefnisskort. Höfuðverkur er algengastur en lystarleysi, ógleði og svefntruflanir eru einnig algengar kvartanir. Við hraða eða mikla hækkun er hætta á bráðri háfjallaveiki en helstu einkenni hennar eru svæsinn höfuðverkur sem svarar illa verkjalyfjum, ógleði, uppköst og mikil þreyta. Háfjallalungnabjúgur og háfjallaheilabjúgur eru alvarlegustu tegundir hæðarveiki. Hæðarveiki er helst hægt að fyrirbyggja með því að hækka sig rólega og stilla gönguhraða í hóf. Einnig má draga úr einkennum með lyfjum.

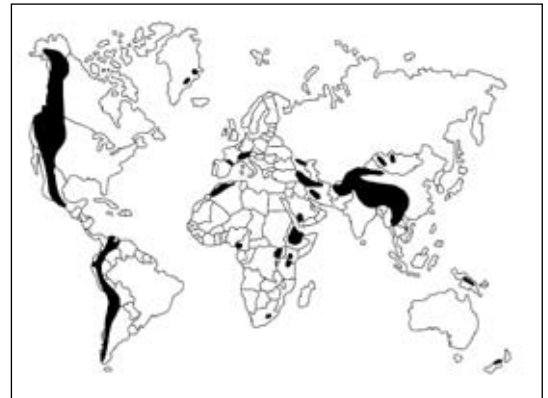
Í þessari yfirlitsgrein er fjallað um háfjallalíf-eðlisfræði og hæðaraðlögun, mismunandi tegundir hæðarveiki, einkenni og greiningu, ásamt meðferð og fyrirbyggjandi aðgerðir.

Inngangur

Á síðustu árum hefur þeim Íslendingum fjölgað ört sem ferðast í fjalllendi heimsins (>2500 metra hæð yfir sjávarmáli) (mynd 1), aðallega við gönguferðir, fjallgöngur og skíðaiðkun. Oft er leitað eftir leiðbeiningum frá læknum um undir-búning og tilhögun ferðalagsins, þar á meðal eftir upplýsingum um hæðarveiki. Því er nauðsynlegt fyrir íslenska lækna að þekkja til þessara sjúkdóma. Hér er fjallað um viðbrögð líkamans við aukinni hæð yfir sjávarmáli, veikindi sem fram geta komið, fyrirbyggjandi aðgerðir og meðferð. Þessar leiðbeiningar eiga fyrst og fremst við hrausta einstaklinga en ekki verður fjallað sérstaklega um áhrif mikillar hæðar á þá sem eru með hjarta- og lungnasjúkdóma.

Háfjallalíf-eðlisfræði

Með vaxandi hæð lækkar loftþrýstingur, til dæmis er loftþrýstingur 760 mm Hg við sjávarmál en á tindi Everest í 8848 m hæð er hann aðeins þriðjungur af því sem hann er við sjávarmál,

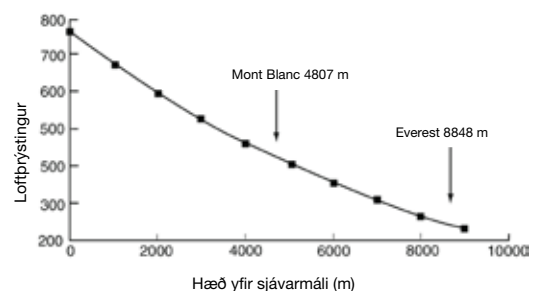


Mynd 1. Helstu háfjallasvæði heims. Myndin er fengin úr heimild (45) og birt með leyfi höfunda og útgefanda.

og á tindi Kilimanjaro í 5895 m um helmingur (mynd 2).¹ Sama á við um hlutþrýsting innandaðs súrefnis (er 21% andrúmslofts) og súrefnis í blóði þar sem hlutþrýstingur lofttegundar er afleiða af heildarþrýstingi. Á mynd 3 sést hvernig súrefnismettun í slagæðablóði fjallgöngumanna lækkar með aukinni hæð. Við sjávarmál er þrýstingur innandaðs súrefnis 149 mmHg en 94 mmHg í 3500 metra hæð og hefur þannig lækkað um rúmlega þriðjung frá sjávarmáli.

Eðlileg einkenni á háfjöllum - hæðaraðlögun

Með vaxandi hæð yfir sjávarmáli kemur fram súrefnisskortur í líkamanum. Þá setur líkaminn af stað aðlögunarferli sem kallast hæðaraðlögun (acclimatisation).^{1,4} Ferlið er flókið og einstaklingsbundið og tekur nokkrar vikur að



Mynd 2. Graf sem sýnir hvernig loftþrýstingur lækkar með aukinni hæð. Myndin er lítillga breytt úr heimild (45) og birt með leyfi höfunda og útgefanda.

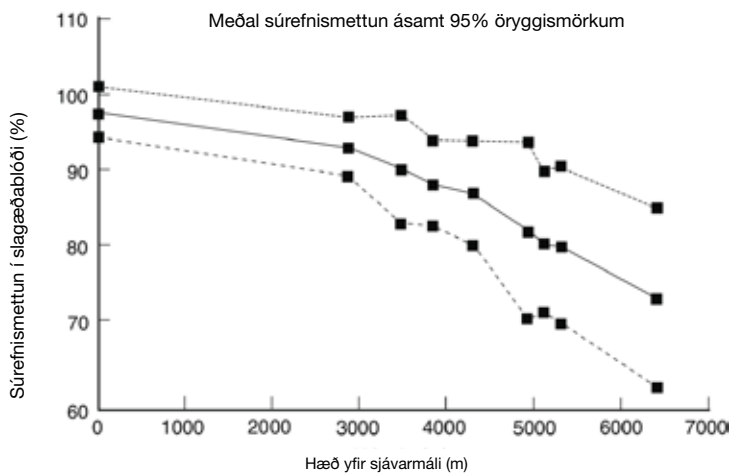
*Hér er hæðarveiki notuð fyrir enska orðið *high altitude sickness*, en háfjallaveiki fyrir *acute mountain sickness* sem er algengasta gerð hæðarveiki.

Lykilorð: hæðarveiki, háfjallaveiki, háfjallalungnabjúgur, háfjallaheilabjúgur, meðferð, fyrirbyggjandi meðferð.

¹Lungnadeild,
²hjarta- og lungnaskurðeild
Landspítala,
³læknadeild HÍ.

Fyrirspurnir og bréfaskipti:
Gunnar Guðmundsson,
lungnadeild Landspítala,
E7 Fossvogi,
108 Reykjavík.

ggudmund@landspitali.is



Mynd 3. Mynd sem sýnir hvernig súrefnismettun í slagæðablóði fjallgöngumanna á Everestfjalli lækkar með aukinni hæð. Niðurstöður byggja á gögnum frá Dr. Nick Mason. Myndin er fengin úr heimild (45) og birt með leyfi höfundar og útgefanda.

koma fram. Ef manni væri komið fyrir á tindi Everestfjalls án hæðaraðlögunar má gera ráð fyrir að hann dæi á nokkrum mínútum úr súrefnisskortri.^{1,5} Lengst af var talið lífeðlisfræðilega ómögulegt að ná tindi Everest án þess að anda að sér viðbótarsúrefni. Í maí 1978 tókst fjallgöngumönnum Reinhold Messner og Peter Habeler hið ómögulega en að baki lá margra vikna hæðaraðlögun.¹ Kveikja hæðaraðlögunar er súrefnisskortur sem örvar við-tæki í æðum sem nema lágan súrefnisþrýsting.¹⁻⁴ Öndunartíðni eykst og við það loftunin (gas exchange) í lungnablöðrum sem vegur upp á móti súrefnisskortri í vefjum. Um leið lækkar hlutþrýstingur koltvísýrings í blóði sem veldur öndunarblóðlýtingi (respiratory alkalosis). Smám saman bregðast nýrun við með því að auka útskilnað á bikarþónati úr blóði og á nokkrum dögum verður sýrustig blóðs næstum eðlilegt. Jafnframt aukast þvaglið og vökvaskortur getur gert vart við sig.^{1,3,4}

Algengustu einkenni hæðaraðlögunar

Oföndun/mæði við áreynslu:

Dofi í fingrum og í kringum munn eru algengar kvartanir á fyrstu klukkustundum og dögum eftir að komið er í mikla hæð og má rekja til oföndunar.⁶ Einnig er algengt að finna fyrir óeðlilegri mæði við áreynslu, sérstaklega þegar lítil aðlögun hefur átt sér stað.

Truflanir á nætursvefni og bilkvæm öndun:

Algengt vandamál á háfjöllum er að menn hrökkva upp á nóttunni og því fylgir oft köfnunartilfinning sem léttir við djúpa innöndun.^{4,6} Þetta getur tengst bilkvæmri öndun (e. periodic breathing, áður kallað Cheynes Stokes öndun) en einnig öðrum einkennum sem fylgja hæðarveiki eins og höfuðverk og auknum þvagliðum að næturlagi. Bilkvæm öndun stafar af súrefnisskortri

en þá skiptast á öndunarhlé og tímabil með hraðri öndun þannig að öndunin er óregluleg.⁷

Breytingar á starfsemi hjarta og lungna:

Rannsóknir sem gerðar voru á Gnifetti-tindi Monte Rosa (4559 m) hafa sýnt að öndunarrýmd (vital capacity) minnkar í mikilli hæð, aðallega vegna minnkaðs styrks í öndunarvöðvum.⁸ Einnig minnkar viðnám í loftvegum vegna lægri loftþrýstings og skerðing verður á súrefnisupptöku í lungum vegna lækkaðs hlutþrýstings í háráðum lungnablaðra. Loks styttest flutningstími súrefnis í háráðum vegna aukins útstreymisbrots (cardiac output) hjarta. Við súrefnisskort herpast lungnaslagæðar saman og getur þetta ástand valdið lungnaháþrýstingi. Þetta ásamt aukinni hjartsláttartíðni og auknu útstreymishlutfalli frá hjarta vegur upp á móti lækkuðum súrefnisþrýstingi í vefjum.^{1,3,4,6,9}

Breytingar á starfsemi annarra líffæra:

Hæðaraðlögun á sér stað í nánast öllum líffærum á fyrstu vikum eftir að komið er í mikla hæð. Í blóði verður fjölgun á rauðum blóðkornum vegna aukinnar myndunar erythroetins og nær fjölgunin hámarki eftir 2-3 vikur.^{1,4} Þessi fjölgun á rauðum blóðkornum ásamt vökvaskorti eykur seigju blóðs sem aftur getur skert háráðablóðflæði út í fingur og tær og aukið hættu á kali. Segulómrannsóknir af heila hafa sýnt óafturkræfar breytingar eftir fjallgöngur í mikilli hæð auk þess sem taugasálfræðileg próf geta verið afbrigðileg.¹⁰ Algengast er að sjáist rýrnun á heilaberki og stækkun á Wirchow-Robin bilum.¹⁰ Breytingar í augnbotnum eru algengar í mikilli hæð (>6000 m) og sjást hjá allt að 80% þeirra sem fara upp í svo mikla hæð. Þessar breytingar eru þó afturkræfar og valda sjaldan viðvarandi sjónskerðingu.^{1,5}

Breytingar í vefjum:

Við súrefnisskort í vefjum verður aukning á „hypoxia-inducible factor-1a“ sem hvetur aukna nýmyndun æða. Þannig eykst blóðflæði og meira súrefni berst til vefja. Í hvatberum eykst súrefnisháð öndun og loftskipti í vefjum aukast.¹¹

Skilgreining á hæðarveiki

Hæðarveiki (high-altitude sickness) er samheiti yfir sjúkdóma sem greinast í fólki í mikilli hæð og má rekja með beinum hætti til súrefnisskorts. Algengast er að einkenni geri vart við sig þegar komið er yfir 3000 m en næmir einstaklingar geta fundið fyrir einkennum allt niður í 2000 m.¹⁻⁴ Hæðarveiki birtist aðallega með þrennum hætti*: bráð háfjallaveiki (acute mountain sickness),

háfjallaheilabjúgur (high-altitude cerebral edema) og háfjallalungnabjúgur (high-altitude pulmonary edema) og verður fjallað um hvert þeirra.

Ekki verður fjallað sérstaklega um langvinna háfjallaveiki (chronic mountain sickness), Monge sjúkdóm, sem greinist í einstaklingum sem búa í meira en 2500 m. Helstu einkenni hennar eru aukning rauðkorna í blóði (erythrocytosis) og lungnaháþrýstingur sem getur leitt til hægri hjartabilunar (cor pulmonale).^{1, 12} Langvinn háfjallaveiki er algengt vandamál, enda talið að í kringum 140 milljónir íbúa búi í meira en 2500 m hæð yfir sjávarmáli (mynd 1).^{1, 2}

*alþjóðlega viðurkennd flokkun

Bráð háfjallaveiki

Bráð háfjallaveiki er heilkenni þar sem höfuðverkur er lykileinkenni en önnur ósértæk einkenni eru einnig til staðar (tafla I). Samkvæmt svokallaðri Lake Louis skilgreiningu, sem er alþjóðlega viðurkennd skilgreining á bráðri háfjallaveiki, er um að ræða höfuðverk hjá einstaklingi sem ekki er aðlagður að hæð og er nýkominn í meira en 2500 metra hæð yfir sjávarmáli (tafla II).¹³ Að auki er til staðar eitt eða fleiri af eftirtöldum einkennum: óþægindi frá meltingarvegi (lystarleysi, ógleði eða uppköst), svefnleysi, sundl, þrekleysi og þreyta.¹³ Í töflu I eru auk einkenna sýnd teikn háfjallaveiki. Einkenni hefjast að jafnaði 6-10 klukkustundum eftir komu í mikla hæð en geta byrjað allt að einni klukkustund eftir komu eða einum til tveimur dögum síðar. Án frekari hækkunar ganga einkenni oftast til baka á einum til þremur dögum.

Rannsóknir frá Klettafjöllum í Bandaríkjunum hafa sýnt að tíðni bráðrar háfjallaveiki hjá ferðamönnum var 22% í 2500-2900 metra hæð og 42% þegar komið var yfir 3000 m.¹⁴ Svipaðar niðurstöður fengust hjá göngufólki í Ölpunum og Nepal, eða 10-40% einstaklinga sem náðu 3000 m og 40-60% hjá þeim sem komust upp í 4000-5000 m.¹⁵⁻¹⁷ Háfjallaveiki verður sjaldan vart neðan við 2500 metra hæð og því er ekki hægt að búast við henni á íslenskum fjöllum þótt möguleiki sé á hæðarveiki í loftfarartækjum sem ekki eru búin jafnþrýstibúnaði.

Háfjallaheilabjúgur

Háfjallaheilabjúgur má líta á sem lífshættulegt form bráðrar háfjallaveiki og hafa þá einkenni hennar eins og höfuðverkur gert vart við sig áður. Einkenni háfjallaheilabjúgs eru jafnvægisleysi, slingur (ataxia), og skert meðvitund sem í alvarlegum tilfellum getur leitt til meðvitundarleysis og dregið sjúklinga til dauða.^{2, 4, 6, 18, 19} Oftast er um dreifða

Tafla I. Einkenni og teikn hæðarveiki.

	Einkenni	Teikn
Bráð háfjallaveiki Væg	Höfuðverkur, lystarleysi, ógleði, svefntruflanir	Engin sértæk
Bráð háfjallaveiki Meðal	Höfuðverkur (svarar verkjalyfjum), lystarleysi, ógleði, svefntruflanir, sundl	Engin sértæk
Bráð háfjallaveiki Alvarleg	Höfuðverkur (svarar illa verkjalyfjum), mikil ógleði, uppköst og mikil þreyta	Engin sértæk
Háfjallaheilabjúgur	Höfuðverkur (svarar illa verkjalyfjum), uppköst, sundl, sljóleiki, syfja	Slingur (ataxia), breytt meðvitund (rugl), skert viðbrögð, syfja, hálfvali, dá, hitavella
Háfjallalungnabjúgur	Skert hreyfigeta, þurr hósti, mæði í hvíld, blóð í hráka, andnaud	Hraðhjartsláttur í hvíld (>100 slög á mínútu), hraðöndun (>25 á mínútu), brak við lungnahlustun, blámi, hitavella

bólgu í heilanum að ræða og staðbundin einkenni eða krampar eru sjaldgæfir. Þessir einstaklingar geta einnig haft einkenni lungnabjúgs.

Háfjallalungnabjúgur

Háfjallalungnabjúgur er líkt og háfjallaheilabjúgur lífshættulegt ástand sem hæglega getur dregið fólk til dauða. Hann greinist oftast á fyrstu tveimur til fjórum dögum eftir að komið er í mikla hæð en sést sjaldan neðar en 3500 m. Einkennin eru skert áreynslugeta, mikil mæði, þurr hósti og andnaud.²⁰ Síðar getur borið á blóðugum hráka, hitavellu og brakhljóð heyrst við lungnahlustun. Flestir þessara einstaklinga hafa áður fundið fyrir einkennum bráðrar háfjallaveiki þótt svo sé ekki alltaf.²⁰ Allt að helmingslíkur eru á að þeir sem einu sinni hafa fengið háfjallalungnabjúg fái hann

Tafla II. Lake Louis skilgreining á hæðarveiki.¹³

Bráð háfjallaveiki	Höfuðverkur og að minnsta kosti eitt af eftirfarandi einkennum eftir nýlega hæðaraukningu: - meltingarvegur (lystarleysi, ógleði eða uppköst) - þreyta eða þrekleysi - sundl eða svimatilfinning yfir höfði - svefntruflanir
Bráður háfjallaheilabjúgur	Eftir nýlega hæðaraukningu <i>annaðhvort</i> : - breyting á vitrænu ástandi og/eða slingur hjá einstaklingi með bráða háfjallaveiki - eða, breyting á vitrænu ástandi og slingur hjá einstaklingi sem er ekki með bráða háfjallaveiki
Bráður háfjallalungnabjúgur	Eftirfarandi einkenni eftir nýlega hæðaraukningu: Einkenni: að minnsta kosti tvö: - mæði í hvíld - hósti - slappleiki eða minnkuð áreynslugeta - brjóstþrengsli eða hrygla Teikn: að minnsta kosti tvö: - brakhljóð eða önghljóð í að minnsta kosti öðru lunga - miðlægur blámi - hraðöndun - hraðhjartsláttur

aftur.²⁰ Háfjallalungnabjúgur er mun sjaldgæfari en bráð háfjallaveiki og nýgengi ekki ósvipað og fyrir háfjallaheilabjúg, eða 0,4-2,5% þeirra sem komnir eru yfir 4000 m.^{15, 20}

Meingerð hæðarveiki

Meingerð háfjallaveiki er flókið fyrirbæri sem rekja má til viðbragða líkamans við súrefnisskort. ^{1, 21, 22} Í heila er talið að súrefnisskortur valdi auknu blóðflæði vegna æðavíkkunar sem rekja má til lækkunar koldíoxíðs í blóði vegna oföndunar. Þetta veldur auknu blóðflæði til heilans en í alvarlegum tilfellum er talið að einnig verði leki í háráðabeð sem getur valdið bjúg í heilanum.² Þessi bjúgur er talinn geta skýrt svæsinn höfuðverk en innankúpuþrýstingur er þá oft hækkaður. Bjúgurinn getur síðan valdið ógleði, uppköstum og þrekleysi. Heilabjúgur er ekki til staðar í vægari tilfellum og þá er talið að ýmis hormón og boðefni valdi höfuðverknun og meðfylgjandi einkennum, ekki ósvipað og sést við mígreni.^{1, 22}

Í lungum er talið að súrefnisskortur valdi staðbundnum lungnaháprýstingi sem aftur getur hjá næmum einstaklingum valdið auknu blóðflæði til annarra svæða lungans, háráðaleka og lungnabjúg.²⁰ Lungnabjúgurinn skýrist ekki af skertri hjartastarfsemi og vinstri slegilsþrýstingur er eðlilegur. Á síðustu árum hefur athygli í auknum mæli beinst að hlutverki æðapels og framleiðslu efna eins og endópelíns-1 og nitur-oxíði (NO), en bæði gegna mikilvægu hlutverki í stjórnun blóðþrýstings í lungum.²¹ NO er mjög kröftugt æðavíkkandi efni og endópelín er æðahepandi. Rannsóknir hafa sýnt að þeir sem hafa háfjallalungnabjúg hafa lægri NO gildi í útöndunarlofti en heilbrigðir og endópelín finnast í hærri styrk í blóði þeirra sem eru með aukinn þrýsting í lungnaslagæðum.^{23, 24}

Undanfarin ár hafa rannsóknir í sívaxandi mæli beinst að hlutverki erfða í meingerð hæðarveiki en margt virðist benda til þess að erfðir geti skýrt eitthvað af mismunandi næmi fyrir sjúkdómnum.^{21, 25} Rannsóknir á þjóðflokkum frá Tíbet sem búið hafa öldum saman í mikilli hæð hafa sýnt að þeir eru mun síður næmir fyrir hæðarveiki en Kínverjar sem flutt hafa til Tíbet af láglendi á síðustu áratugum.²⁶ Geni sem kóðar fyrir angiotensin-converting enzyme (ACE-gen) hefur verið lýst en angiotensín eru mikilvægt við stjórnun æðasamdráttar víðs vegar í líkamanum og virðist sem ensímið sé kóðað af aðeins einu geni.²¹ Þannig hefur verið sýnt fram á afbrigði af ACE-gení sem tengist minni hættu á hæðarveiki hjá arfhreinum einstaklingum.^{21, 27} Í japanskri rannsókn á rúmlega 100 fjallgöngumönnum

tókst þó ekki að sýna fram á jafn ótvíræð tengsl hæðarveiki og arfbreytileika í ACE geni.²⁸ Í annarri japanskri rannsókn tókst hins vegar að sýna fram á mismunandi tjáningu gensins sem stýrir framleiðslu NO (nitric oxide synthase) og sú tjáning tengd mismunandi næmi einstaklinga fyrir hæðarveiki.²⁹

Áhættuhópar hæðarveiki

Þeir sem búa á láglendi eru í aukinni hættu að fá hæðarveiki samanborið við þá sem búa að staðaldri yfir 900 m.¹ Fyrri saga um hæðarveiki er einnig þekktur áhættuþáttur, sérstaklega ef menn hafa fengið háfjallalungnabjúg.^{2, 20} Konur eru í heldur minni hættu á að fá háfjallalungnabjúg og sama á við um fólk á milli 50 og 70 ára aldurs, en eftir það eykst hættan aftur.² Ofáreynsla og sýkingar, sérstaklega í öndunarferum, eru þekktir áhættuþættir fyrir háfjallalungnabjúg, einnig saga um offitu og lungna- og hjartasjúkdóma.²⁻⁴ Umdeilt er hvort vökvatap er sjálfstæður áhættuþáttur hæðarveiki.^{2, 30}

Mjög góð líkamleg þjálfun og mikið áreynsluþol eru ekki verndandi fyrir hæðarveiki og margt bendir til að keppnismenn í þolgreinum íþróttum, eins og í maraþonhlaupi og sundi, séu ekki síður útsettir en aðrir.^{5, 21} Þar að auki hafa rannsóknir á nokkrum af fremstu háfjallagöngum sögunnar, meðal annars Reinhold Messner, sýnt að þeir eru ekki með betra áreynsluþol en afreksmenn í ýmsum öðrum þolgreinum íþróttum.³¹

Fyrirbyggjandi ráðstafanir

Almennar ráðleggingar

Til að forðast hæðarveiki gildir enn gullna reglan í fjallamennsku, að gefa sér nægan tíma og aðlagast hæðinni. Því miður virðist þessi gamla regla oft gleymast í annríki nútímans. Varast skal að halda beint frá sjávarmáli og upp í meiri hæð en 2700-3000 metra hæð. Best er að dvelja yfir nótt í meðalhæð (til dæmis 2500-2800 m) áður en lengra er haldið upp á við.²⁻⁴ Eftir það er mælt með því að hækka sig ekki meira en 600 m á dag milli svefnstaða og taka hvíldardag fyrir hverja 1200 m hækkun. Gott er að ganga rólega og reyna ekki á sig um of. Mikilvægt er fyrir þá sem áður hafa fengið hæðarveiki að gefa sér góðan tíma til aðlögunar.⁴

Lýf

Þeim sem ætla að ferðast frá sjávarmáli upp í meira en 3000 m hæð til næturgistingar án aðlögunar er ráðlagt að íhuga að taka inn lyf sem draga úr líkum á hæðarveiki. Þetta á sérstaklega við um

Tafla III. Lyf við hæðarveiki.

Lyf	Notkun	Skammtur	Aukaverkanir
Asetasólamíð	Fyrirbyggjandi BHFV Meðferð BHFV	125 til 250 mg x 2 250 mg x 2-3	Náladofi á fingrum/tám, breytt bragð af kolsýrðum drykkjum, tíð þvaglát
Dexametasón	Fyrirbyggjandi BHFV Meðferð BHFV Meðferð HFHB/HFLB	2-4 mg x 1 4 mg x 4 8 mg í æð, síðan 4 mg x 4 í töfluformi, eða 8-16 mg og síðan 4 mg x 4 um munn	Hækkaður blóðsykur, skapbreytingar, kviðarónot, endurkoma einkenna þegar lyfi hætt
Nífedipín	Fyrirbyggjandi við HFHB Meðferð HFHB	10-20 mg í byrjun, síðan 30-60 mg af langverkandi töflum á 12 klukkutíma fresti	Lágur blóðþrýstingur Hraður hjartsláttur
Súrefni	Meðferð allra gerða	2-5 lítrar á mínútu í nef eða um grímu	Fáar
Parasetamól	Meðferð BHFV höfuðverks	500-1000 mg allt að fjórum sinnum á dag	Fáar
Ibuprófen	Meðferð BHFV höfuðverks	400-600 mg allt að þrisvar á dag	Ónot og blæðing frá meltingarvegi
Salmeteról	Fyrirbyggjandi við HFLB	125 mcg tvisvar á dag	Handskjálfti, hraður hjartsláttur
Zolpidem	Meðferð svefntruflana	5-10 mg fyrir svefn	Fáar
Sildenafil Tadalafíl	Fyrirbyggjandi við HFLB	20 mg þrisvar á dag 10 mg tvisvar á dag eða 20 mg einu sinni á dag	Höfuðverkur

BHFV = bráð háfjallaveiki, HFHB = háfjallaheilabjúgur, HFLB = háfjallalungnabólga

Þá sem hafa áður fengið háfjallaveiki. Listi yfir helstu lyf sem hægt er að nota er sýndur í töflu III og almennar ráðleggingar í töflu IV. Algengast er að nota asetasólamíð, 125-250 mg tvisvar á dag.³²⁻³⁴ Byrja skal sólarhring fyrir hæðaraukningu og hætta þegar aftur er komið niður fyrir 2500 m eða ef staldrað hefur verið við í mikilli hæð í meira en 4-5 sólarhringa. Ekki má gefa lyfið þeim sem hafa ofnæmi fyrir súlfalyfjum.³⁴ Gott getur verið að prófa að taka lyfið inn við sjávarmál um tveimur vikum fyrir áætlaða notkun til að ganga úr skugga um að lyfið þolist vel.⁴

Asetasólamíð er karbónik anhydrasa hemill sem dregur úr endurupptöku bikarbonsalts og natríums í nýrum. Það veldur því losun á bikarbonsalti í þvagi og þar með blóðsýringu (metabolic acidosis). Við það eykst öndunartíðni til að leiðrétta sýrustig í blóði sem aftur eykur súrefnisupptöku í lungum.³⁵ Sykursterinn dexametasón er talinn draga úr hárfæðaleika í heila og þar með minnka líkur á heilabjúg.³⁴ Nota má hann sem fyrirbyggjandi meðferð ef asetasólamíð þolist ekki eða frábendingar eru fyrir notkun þess.^{4, 6, 36, 37} Mikilvægt er að hafa í huga að einkenni geta komið fram þegar lyfjagjöf er hætt.

Fyrirbyggjandi meðferð við háfjallalungnabjúg

Að jafnaði gilda sömu leiðbeiningar og fyrir bráða háfjallaveiki. Þó er sérstaklega mælt með því að forðast of mikla áreynslu, sérstaklega ef viðkomandi er kvefaður eða með aðrar sýkingar. Ekki er mælt með nífedipíni til að forðast lungnabjúg nema fyrir þá sem áður hafa fengið

háfjallalungnabjúg. Þetta er öfugt við aðrar íslenskar leiðbeiningar.³⁸ Þeir sem áður hafa fengið háfjallalungnabjúg ættu að hækka sig varlega og taka langvirkandi nífedipín, 30-60 mg daglega.³ Nífedipín er kalsíum-ganga hemill sem veldur víkkun á lungnaslagæðum og dregur þannig úr æðaherpingnum sem súrefniskorturinn veldur og dregur úr líkum á lungnabjúg.^{1, 3} Stinningarlyfin tadalafíl og sílidenafíl viðast hafa svipuð áhrif og nífedipín en rannsóknir eru enn af skornum skammti og sjúklingar í flestum rannsóknum fáir.^{4, 34} Í þeim rannsóknum var talið nægjanlegt að taka 10 mg tvisvar á dag eða 20 mg á eins til tveggja daga fresti.³⁴ Salmeteról hefur verið gefið í innúðaformi í hærri skömmtum en notaðir eru við lungnasjúkdóma.⁴¹ Það er talið geta flýtt fyrir að vökvi sé tekinn upp úr lungnablöðrum með áhrifum á flutningi á natríum og kalíum yfir frumuhimnur.⁴²

Meðferð við háfjallaveiki

Almennar ráðleggingar

Mikilvægast er að fara strax niður í minni hæð og skal það alltaf reynt ef aðstæður leyfa.^{2-4, 6} Halda má kyrru fyrir ef einkenni eru væg. Oft dugur lækun um 500-1000 m til að draga verulega úr einkennum. Eftir hvíld og aðlögun má reyna alvarleg, til dæmis lungna- eða heilabjúgur. Þá leggja reyndir fjallgöngumenn oftast áherslu á að drekka ríkulega og forðast vökvatap til að draga úr einkennum háfjallaveiki.⁶

Tafla IV. Aðferðir til að fyrirbyggja og meðhöndla hæðarveiki.

Fyrirbyggjandi meðferð	
Sjúkdómsmynd	Meðferð
Bráð háfjallaveiki	Hæðaraðlögun, lyf: asetásólamið, dexametasón
Háfjallaheilabjúgur	Hæðaraðlögun, lyf: asetásólamið, dexametasón
Háfjallalungnabjúgur	Hæðaraðlögun, forðast ofáreynslu, lyf: nífedipín, síldenafíl, tadalafíl, salmeteról, bósentan
Meðferð sjúkdómseinkenna	
Sjúkdómsmynd	Meðferð
Bráð háfjallaveiki	Hvild, lækka sig í hæð, þrýstingspoki, lyf: asetásólamið, dexametasón, verkjalyf, súrefni
Háfjallaheilabjúgur	Lækka sig í hæð, þrýstingspoki, lyf: asetásólamið, dexametasón, verkjalyf, þrýstingspoki, súrefni
Háfjallalungnabjúgur	Lækka sig í hæð, þrýstingspoki, lyf: nífedipín, súrefni

Lyf og önnur meðferð

Lyf má nota ein sér ef einkenni eru væg eða ef aðstæður leyfa ekki lækun í minni hæð, til dæmis vegna veðurs. Nota má verkjalyf við vægum einkennum, sérstaklega höfuðverk. Tafla III sýnir hvaða lyfjum má beita. Asetásólamið er best að gefa sem fyrst eftir að einkenni koma fram.^{33, 34} Dexametasón er kröftugt lyf og hægt að gefa í töfluformi, í vöðva eða í æð.^{34, 43} Súrefnisgjöf dregur fljótt úr einkennum en er oft ekki í boði, enda súrefnisflöskur þungar að bera.^{1, 2} Sérstakir þrýstipokar sem sjúklingurinn fer í og þrýstingur hækkaður með fót- eða handdrifnum dælum, geta komið sér vel og samsvara hæðarlækun upp á 1500-2000 m.^{2-4, 6} Svefntruflanir lagast oft með asetásólamiði.⁴ Þeir sem hafa miklar svefntruflanir þrátt fyrir asetásólamið geta tekið svefnlyf eins og zolpidem sem ekki bælir öndun.^{2, 3}

Meðferð háfjallalungnabjúgs

Mjög mikilvægt er að lækka sig í hæð og þrýstingspoki getur komið að góðum notum þegar flutningi niður verður ekki komið við. Súrefnisgjöf er áhrifarík en oft ekki í boði. Hægt er að gefa nífedipín 10-20 mg fyrst en síðan 30-60 mg af langvirku formi á 12 klukkutíma fresti.⁴⁴ Önnur lyf sem lækka lungnaslagæðaþrýsting, eins og endópelín hamlar (til dæmis bósentan) og fosfódiesterasahamlar, betur þekktir sem stinningarlyf (til dæmis tadalafíl eða síldenafíl), geta verið hjálpleg en eru ekki eins vel rannsökuð.^{4, 34, 40} Þvagræsilyf og morfín lækna ekki háfjallalungnabjúg og þvagræsilyfin geta aukið á vöskvort í líkamanum.⁴

Meðferð háfjallaheilabjúgs

Lækun og þrýstingspoki eiga hér við. Súrefni er gefið ef það er fyrir hendi. Einnig er gefið dexametasón í töfluformi (í æð eða vöðva ef

aðstæður leyfa), 8 mg sem upphafsskammtur og síðan 4 mg töflur á sex klukkutíma fresti.^{4, 34}

Háfjallahósti: Þeir sem dvelja í mikilli hæð í langan tíma fá oft þrálátan hósta.^{1, 2} Hóstinn getur verið vegna berkjuauðreitni, til dæmis vegna astma eða sýkinga en er oft án skýringa, en talið er að hóstaviðbrögð verði næmari í mikilli hæð. Erfitt getur verið að stilla þennan hósta nema lækka sig í hæð og hvíla sig í nokkra daga. Stundum eru reynd kódein-lyf en árangur er misjafn.^{1, 2}

Lokaorð

Íslendingar sækja í vaxandi mæli í afþreyingu á háfjöllum, til dæmis í skíðaferðir, fjallgöngur og fjallaklifur. Þess vegna er nauðsynlegt fyrir íslenska lækna að hafa grunnþekkingu á hæðarveiki. Rétt er að leita ráða hjá læknum með sérþekkingu á hæðarveiki fyrir þá sem hafa áður fengið alvarlega hæðarveiki. Einnig fyrir þá sem hafa fengið hjarta- eða lungnasjúkdóma og hyggja á ferðalög í mikilli hæð.

Þakkið fái lækarnir Engilbert Sigurðsson, Magnús Gottfredsson og Michael Grocott fyrir gagnlegar ábendingar og David R. Murdock fyrir útvegum mynda.

Heimildir

- West JB, Scoene RB, JS M. High altitude medicine and physiology. London: Hodder Arnold Publisher; 2007.
- Basnyat B, Murdoch DR. High-altitude illness. Lancet 2003; 361: 1967-74.
- Hackett PH, Roach RC. High-altitude illness. N Engl J Med 2001;345: 107-14.
- Schoene RB. Illnesses at high altitude. Chest 2008; 134: 402-16.
- Clarke C. Acute mountain sickness: medical problems associated with acute and subacute exposure to hypobaric hypoxia. Postgrad Med J 2006; 82:748-53.
- Nussbaumer-Ochsner Y, Bloch KE. Lessons from high-altitude physiology. Breathe 2007; 4: 122-32.
- Khoo MC, Anholm JD, Ko SW, et al. Dynamics of periodic breathing and arousal during sleep at extreme altitude. Respir Physiol 1996; 103: 33-43.
- Senn O, Clarenbach CF, Fischler M, et al. Do changes in lung function predict high-altitude pulmonary edema at an early stage? Med Sci Sports Exerc 2006; 38: 1565-70.
- Weil JV, Byrne-Quinn E, Sodal IE, et al. Hypoxic ventilatory drive in normal man. J Clin Invest 1970; 49: 1061-72.
- Fayed N, Modrego PJ, Morales H. Evidence of brain damage after high-altitude climbing by means of magnetic resonance imaging. Am J Med 2006; 119:168 e1-6.
- Scoene RB. Gas exchange in lung and muscle at high altitude. Marcel Dekker, New York 2000.
- Leon-Velarde F, Maggiorini M, Reeves JT, et al. Consensus statement on chronic and subacute high altitude diseases. High Alt Med Biol 2005; 6: 147-57.
- Lake Louise consensus definition and quantification of altitude illness. Burlington (VT): Queen City Press; 1992.
- Honigman B, Theis MK, Koziol-McLain J, et al. Acute mountain sickness in a general tourist population at moderate altitudes. Ann Intern Med 1993; 118: 587-92.
- Hackett PH, Rennie D, Levine HD. The incidence, importance, and prophylaxis of acute mountain sickness. Lancet 1976; 2: 1149-55.
- Maggiorini M, Buhler B, Walter M, Oelz O. Prevalence of acute mountain sickness in the Swiss Alps. BMJ 1990; 301: 853-5.

17. Montgomery AB, Mills J, Luce JM. Incidence of acute mountain sickness at intermediate altitude. *Jama* 1989; 261: 732-4.
18. Hackett PH, Roach RC. High altitude cerebral edema. *High Alt Med Biol* 2004;5: 136-46.
19. Wu T, Ding S, Liu J, et al. Ataxia: an early indicator in high altitude cerebral edema. *High Alt Med Biol* 2006; 7: 275-80.
20. Maggiorini M. High altitude-induced pulmonary oedema. *Cardiovasc Res* 2006; 72: 41-50.
21. Grocott M, Montgomery H, Vercueil A. High-altitude physiology and pathophysiology: implications and relevance for intensive care medicine. *Crit Care* 2007; 11: 203.
22. West JB. The physiologic basis of high-altitude diseases. *Ann Intern Med* 2004; 141: 789-800.
23. Duplain H, Sartori C, Lepori M, et al. Exhaled nitric oxide in high-altitude pulmonary edema: role in the regulation of pulmonary vascular tone and evidence for a role against inflammation. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162: 221-4.
24. Sartori C, Vollenweider L, Löffler BM, et al. Exaggerated endothelin release in high-altitude pulmonary edema. *Circulation* 1999; 99: 2665-8.
25. Rupert JL, Koehle MS. Evidence for a genetic basis for altitude-related illness. *High Alt Med Biol* 2006; 7: 150-67.
26. Moore LG. Human genetic adaptation to high altitude. *High Alt Med Biol* 2001; 2: 257-79.
27. Montgomery H, Clarkson P, Barnard M, et al. Angiotensin-converting-enzyme gene insertion/deletion polymorphism and response to physical training. *Lancet* 1999; 353: 541-5.
28. Hanaoka M, Droma Y, Hotta J, et al. Polymorphisms of the tyrosine hydroxylase gene in subjects susceptible to high-altitude pulmonary edema. *Chest* 2003; 123: 54-8.
29. Droma Y, Hanaoka M, Ota M, et al. Positive association of the endothelial nitric oxide synthase gene polymorphisms with high-altitude pulmonary edema. *Circulation* 2002; 106: 826-30.
30. Cumbo TA, Basnyat B, Graham J, Lescano AG, Gambert S. Acute mountain sickness, dehydration, and bicarbonate clearance: preliminary field data from the Nepal Himalaya. *Aviat Space Environ Med* 2002; 73:898-901.
31. Oelz O, Howald H, Di Prampero PE, et al. Physiological profile of world-class high-altitude climbers. *J Appl Physiol* 1986; 60: 1734-42.
32. Basnyat B, Gertsch JH, Johnson EW, Castro-Marin F, Inoue Y, Yeh C. Efficacy of low-dose acetazolamide (125 mg BID) for the prophylaxis of acute mountain sickness: a prospective, double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *High Alt Med Biol* 2003; 4: 45-52.
33. Larson EB, Roach RC, Schoene RB, Hornbein TF. Acute mountain sickness and acetazolamide. Clinical efficacy and effect on ventilation. *Jama* 1982; 248: 328-32.
34. Luks AM, Swenson ER. Medication and dosage considerations in the prophylaxis and treatment of high-altitude illness. *Chest* 2008; 133: 744-55.
35. Leaf DE, Goldfarb DS. Mechanisms of action of acetazolamide in the prophylaxis and treatment of acute mountain sickness. *J Appl Physiol* 2007;102: 1313-22.
36. Ellsworth AJ, Meyer EF, Larson EB. Acetazolamide or dexamethasone use versus placebo to prevent acute mountain sickness on Mount Rainier. *West J Med* 1991; 154: 289-93.
37. Johnson TS, Rock PB, Fulco CS, Trad LA, Spark RF, Maher JT. Prevention of acute mountain sickness by dexamethasone. *N Engl J Med* 1984; 310: 683-6.
38. Guðbergsson H. Háfjallaveiki. *Útivera* 2006; 4.
39. Bartsch P, Maggiorini M, Ritter M, Noti C, Vock P, Oelz O. Prevention of high-altitude pulmonary edema by nifedipine. *N Engl J Med* 1991; 325: 1284-9.
40. Maggiorini M, Brunner-La Rocca HP, Peth S, et al. Both tadalafil and dexamethasone may reduce the incidence of high-altitude pulmonary edema: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2006; 145: 497-506.
41. Sartori C, Allemann Y, Duplain H, et al. Salmeterol for the prevention of high-altitude pulmonary edema. *N Engl J Med* 2002; 346: 1631-6.
42. Sartori C, Duplain H, Lepori M, et al. High altitude impairs nasal transepithelial sodium transport in HAPE-prone subjects. *Eur Respir J* 2004; 23: 916-20.
43. Ferrazzini G, Maggiorini M, Kriemler S, Bartsch P, Oelz O. Successful treatment of acute mountain sickness with dexamethasone. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1987; 294: 1380-2.
44. Oelz O, Maggiorini M, Ritter M, et al. Nifedipine for high altitude pulmonary oedema. *Lancet* 1989; 2: 1241-4.
45. Pollard AJ, Murdoch DR. *The High Altitude Medicine Handbook*. Radcliff Medicine Press, Oxford 1997.

High altitude sickness – review

High altitude sickness is a common name for illnesses that can occur at high altitude, usually above 3000 meters from sea level. The cause is hypoxia but the pathophysiology of the diseases is a complex mixture of multiple factors, involving the human response to hypoxia. The most common symptom is headache, but loss of appetite, nausea and sleep disturbances are also common complaints. With rapid or high ascent there is increased risk of acute mountain sickness, with severe headache that responds poorly to pain medications, nausea, vomiting and extreme fatigue as the most common symptoms. The most

severe forms of high-altitude sickness are high altitude cerebral edema and high altitude pulmonary edema. High altitude sickness can be prevented by slow ascent and avoiding overexertion. Medications can also be used to reduce symptoms.

In this overview high altitude physiology and acclimatisation are reviewed. The main types of high altitude sickness are described with special emphasis on symptoms and diagnosis, but treatment and prevention are also reviewed.

Guðmundsson G, Guðbjartsson T.

High altitude sickness – review. *Icel Med Journal* 2009; 95: 441-7

Key words: High altitude sickness, acute mountain sickness, high altitude cerebral edema, high altitude pulmonary edema, treatment, prevention.

Correspondence: Gunnar Guðmundsson, ggudmund@landspitali.is

Barst: 10. desember 2008, - samþykkt til birtingar: 11. maí 2009.