

Bjergmedicin. I

Kasper Fjellhaugen Hjuler¹ & Bjørn Bay²

STATUSARTIKEL

1) Afdelingen for Hud- og Kønssygdomme, Aarhus Universitetshospital
2) Kvindeafdelingen, Regionshospitalet Horsens

Ugeskr Læger
2016;178:V05160367

Danmark er uden store bjerge eller højdedrag, men stadig flere danskere dyrker trekking, skiløb, klatring og bjergbestigning i udlandet [1]. I bjergmedicin beskæftiger man sig med forebyggelse, sikkerhed og redning i forbindelse med aktiviteter i bjergene. Rådgivning forud for rejser til højtliggende områder omfatter vurdering af eksisterende helbredsforhold og særlige forhold vedrørende højde- og kuldepåvirkninger, ultraviolet (UV) stråler og væskebehov. Formålet med denne artikel er at give en introduktion til bjergmedicin og de elementer, dette fagområde primært omfatter.

FYSIOLOGISKE FORANDRINGER I HØJDEN

Ophold i højden udfordrer den menneskelige organisme på en af de mest essentielle betingelser for funktion og overlevelse – luftens iltindhold. De fysiologiske ændringer, der finder sted ved eksponering for højder, er et eksempel på organismens fremragende adaptationssevne – fysiologiske ændringer, der efter tilvænnning gør det muligt for mennesket at leve og fungere delvist normalt i højder, der ved akut udsættelse ville medføre højdesyge, bevidstløshed eller ligefrem død inden for minutter til timer.

Den grundliggende årsag til hypoksirelaterede problemer ved opstigning i højden er det faldende atmosfæriske tryk og dermed et faldende partialtryk af ilt. Ved havoverfladen er det atmosfæriske tryk 760 mmHg, og det falder eksponentielt til 253 mmHg på jordens højst beliggende punkt, Mount Everest (8.848

meter over havets overflade (m.o.h.)). Effekten heraf er, at partialtrykket af ilt i inspirationsluften vil falde fra 150 mmHg ved havoverfladen til 43 mmHg i 8.848 m.o.h., hvilket vil svare til at indånde luft med blot 6% iltindhold ved havoverfladen og resultere i en iltmætning i blodet på blot 25% hos ikkeakklimatiserede personer. En person, der opholder sig i højden i dage, uger eller måneder, vil blive tiltagende akklimatiseret til det lave partialtryk af ilt, således at de skadelige effekter heraf aftager, og ydeevnen igen gradvist øges. De fysiologiske ændringer, der finder sted ved akklimatisering, er en betydelig forøgelse af den pulmonale ventilation, øget indhold af erythrocytter i blodet, øget diffusionskapacitet i lungerne, øget vaskularisering i det perifere væv samt cellulær akklimatisering med ændringer i det mitokondrielle system og de oxidative enzymer. En detaljeret gennemgang af fysiologien bag akklimatisering ligger uden for målet med denne artikel – der henvises til litteratur på området [2]. I forlængelse af ovenstående behandles akut højdesyge i den anden af to artikler om bjergmedicin.

ALPINE FARER OG ULYKKER

Introduktion

I litteraturen skelnes der traditionelt mellem objektive og subjektive alpine farer [3]. Til førstnævnte henregnes laviner, nedstyrtninger, sten- og isslag samt gletsjerspalter, mens de subjektive farer er de forhold, der knytter sig til mennesket, der bevæger sig i det alpine terræn, herunder mangelfuld erfaring, utilstrækkelig fysisk formåen, dårlig udrustning, psykiske forhold og uhensigtsmæssig gruppedynamik. Opdateret viden og erfaring med alpinisme og snekundskab må betragtes som essentielle med henblik på forebyggelse af de alpine farer [4]. Nedenfor gennemgås de vigtigste sundhedsfaglige aspekter ved de objektive alpine farer.

Epidemiologi – laviner

Antallet af lavinerelaterede dødsfald i Nordamerika og Europa er 150-200 pr. år [5-7], hvoraf størstedelen finder sted i Europa. De fleste omkomne færdedes i terrænet med ski eller snowboard som glideredskab, et mindre antal var alpinister uden glideredskab, mens nogle i især Nordamerika var brugere af snescootere.

Det totale antal personer, der rammes af eller begravnes i laviner pr. år, er ukendt, idet mange lavineulykker uden dødelig udgang ikke rapporteres, og det

HOVEDBUDSKABER

- ▶ Rejser til bjergegne mhp. udøvelse af rekreativ og semiprofessionel bjergsport er tiltagende populært blandt danskere. Fagområdet er kun sparsomt beskrevet i dansk sundhedsvidenskabelig litteratur.
- ▶ Lav ilttension, større energiomsætning, væsketab og stærkt forøget belastning med ultraviolet lys af hud og øjne er risikofaktorer ved bjergsport.
- ▶ Lavineulykker udgør en reel risiko med høj mortalitet. Forskning på området har klarlagt asfyksi som den hyppigste dødsårsag frem for hypotermi og traumer, hvilket har haft betydning for retningslinjerne for redning og akut behandling af lavineofre.
- ▶ Vejledning af ikkeakklimatiserede personer, der ønsker at rejse til høje bjergegne, bør omfatte råd om akklimatisering og eventuelt forebyggende behandling samt vejledning om øget omsætning af væske og energi i højden. Vejledning i solprofylakse bør indgå i denne rådgivning.
- ▶ For sundhedsprofessionelle og erfarne udøvere er de særlige forhold ved redning og behandling af lavineofre af betydning.

formentlig relativt store antal lavineofre i udviklingslandene kun kan bestemmes omtrentligt.

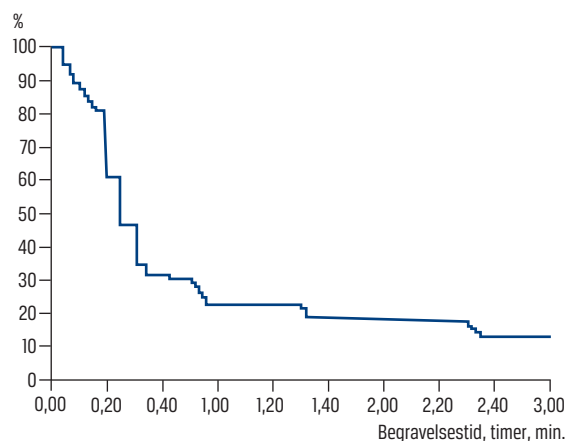
Langt hovedparten af såvel de fatale som de ikke-fatale lavineulykker finder sted uden for de sikrede områder på skisportsstederne, dvs. at der er tale om udøvere af *off piste*- eller *tour*-skiløb [7].

Mekanismer - begravelsestid og asfyksi

Den samlede mortalitet ved lavineulykker er 23% [8]. Især fire forhold er af afgørende betydning for mortaliteten: 1) graden af begravelse, 2) begravelsestiden, 3) tilstedeværelse af en luftlomme og frie luftveje samt 4) sværhedsgraden af evt. traume. For komplet begravede er mortaliteten 52,5%, mens den blot er 4,2% for partielt begravede [8]. For komplet begravede lavineofre er overlevelsen inverst relateret til begravelsestiden (**Figur 1**). Således tyder en opgørelse af schweiziske og canadiske data på, at overlevelsen er højere end 80% ved en begravelsestid på op til 20 minutter [9]. Herefter sker der et dramatisk fald til en overlevelse på blot 30% blandt ofre, der har været begravet i op til 35 minutter. Denne hastigt faldende overlevelseskurve tilskrives først og fremmest asfyksi, som i det hele taget er den væsentligste dødsårsag ved lavineulykker [9, 10]. Dødeligheden falder langsomt efter den kritiske fase efter omkring 35 minutter med en relativt flad kurve frem til 90 minutters begravelsestid (Figur 1). Dette formodes at være begrundet i tilstedeværelsen af luftlomme og frie luftveje kombineret med det fysiologisk nedsatte iltforbrug sekundært til hypotermi, og hos netop sådanne ofre er der beskrevet overlevelse uden sequelae efter lange begravelsestider af mere end to timers varighed, svær hypotermi ned til 19 °C og hjertestop [11, 12].

Hos komplet begravede lavineofre finder der en hurtigt indsættende hypoksi, hyperkapni samt hypotermi sted, og kombinationen af disse kan have en ugunstig effekt på overlevelsen [13]. Da hovedårsagen til mortalitet ved lavineulykker således er asfyksi, og det ydermere er kendt, at overlevelsen falder hastigt med begravelsestiden, er det klart, at et vist antal af de lavinereleterede dødsfald kan undgås ved hurtig udgravning af lavineofrene. Mhp. dette anvendes der ved alpint skiløb uden for de sikrede områder normalt sikkerhedsudstyr i form af en lavine-*transceiver*-bipper i den hensigt, at et komplet begravet offer skal kunne lokaliseres hurtigere. Der er evidens for, at dette sikkerhedsudstyr afkorter begravelsestiden og mindsker mortaliteten [14], ligesom begrænsede mængder data indikerer, at såkaldte lavineairbags (rygsæk med indbygget airbag) kan forhindre komplet begravelse ved lavineulykker [14]. Hvor makkerredning enten ved visuel lokalisering af et inkomplet begravet lavineoffer eller hurtig udgravning af et begravet lavineoffer svigter, er dødeligheden ekstraordinært høj [15]. Man må

FIGUR 1



Overlevelseskurver for komplet begravede lavineofre som en funktion af begravelsestiden. Sandsynligheden for overlevelse i procent. Schweiziske data. Frit efter [9].

FIGUR 2

Begravelsestiden er af altafgørende betydning for overlevelsen blandt lavineofre, og makkerredning baseret på visuel lokalisering eller eftersøgning med lavine-*transceiver*-bipper er derfor essentiel. Hvor dette svigter, må man sætte sin lid til organiseret eftersøgning med bl.a. lavinehunde, hvilket ofte er associeret med forøget tidsforbrug og derfor stor mortalitet.



her sætte sin lid til organiseret eftersøgning ved sondering eller eftersøgning med lavinehunde (**Figur 2**). En sådan redningsaktion vil være forbundet med forsinkelser, og den kan være kompliceret af utilgængelige lokaliseringer, vejrforhold samt fortsat lavinefare, og overlevelsen er derfor ofte lav [15].

Det vurderes, at der kun sjældent sker dødsfald, der er relateret alene til hypotermi [10], mens dødsfald sekundært til traumer sker med varierende hyppighed (5,4-24%) [6], formentlig meget afhængigt af skadestedet og overfladerelieffet på skadestedet.

Behandlingsrekommendationer – lavineofre

Den internationale kommission, International Commission for Mountain Emergency Medicine, udgiver retningslinjer for behandling af lavineofre [16]. Summarisk skal nævnes, at hos personer, der har været begravet i kortere tid end 35 minutter, eller har en kerntemperatur $> 32\text{ }^{\circ}\text{C}$ er fokus på hurtig udgravning og standard-*advanced life support* (ALS), hvor hjerte-lunge-redning gives som kombineret brystkompressioner og ventilation, mens behandling med kompressioner alene, i lighed med ved drukneulykker, skal undgås. Hvis begravelsestiden er > 35 minutter, og kerntemperaturen er $< 32\text{ }^{\circ}\text{C}$ anbefales det ud over ALS at rette opmærksomheden mod personens svært underafkølede tilstand og sørge for transport til hospital med genopvarmningsberedskab under samtidig stabiliserende behandling af komplicerende kredsløbsmæssige eller respiratoriske problemer. Et svært underafkølet lavineoffer er i høj risiko for at få en lang række komplikationer, herunder kardiovaskulært kollaps med letale arytmier også efter bjærgning.

Den akutte behandling på stedet er i øvrigt behovstyret og kan omfatte behandling af traumatiske læsioner, herunder spinal stabilisering, behandling af evt. trykpneumothorax, avanceret luftvejshåndtering og væsketerapi ved shock.

Øvrige alpine ulykker

Data fra de schweiziske alpine redningsorganisationer viser, at i perioden 1984-2013 tegnede bjergvandring sig i gennemsnit for 36% af bjergulykkerne med dødelig udgang, højalpine ture 29%, ski-/*randonné*-ture 16%, andet, herunder mountainbikekørsel, paragliding og *proximity flying* 12% samt klatring 5% [17]. I overensstemmelse hermed ses det, at antallet af ulykker totalt og ulykker med dødelig udgang toppe i sommermånederne fulgt af forårsmånederne. Ved tolkningen af disse tal må den store forskel i antal udøvere have indflydelse på den store forskel i antal udøvere.

Skademekanismerne ved bjergulykker med dødelig udgang fordelte sig i perioden 2009-2013 med nedstyrtning som årsag til 69% af tilfældene, lavineulykker 21%, sten- og isslag få procent og ligeledes ganske få procent, når det gjaldt nedstyrtning i gletsjerspalter og lynnedslag.

EKSTREME EKSPPOSITIONER FOR ULTRAVIOLET LYS VED BJERGSPORT

UV-delen af solens elektromagnetiske stråling er den vigtigste risikofaktor for udviklingen af kræft i huden. Ca. 90% af alle tilfælde af hudkræft og modermærkekræft kan tilskrives de skadelige effekter af UV-lys [18]. Herudover medfører UV-lyset også fremskyndet ældning af huden i form af tidlige rynker, furer, pigmentforandringer og tynd hud.

En række forhold medvirker til, at hud og øjne eksponeres for øgede mængder UV-lys ved bjergsport, herunder højderelateret øget UV-intensitet, breddegrad, refleksion fra is og sne, udøvelse i middagstimerne, hvor solhøjden er størst, og øget UV-følsomhed i forbindelse med perspiration [19].

Man har i flere dosimeterstudier undersøgt sammenhængen mellem varierende udendørs sportsaktiviteter og UV-belastningen af huden [20]. I dermatologien måles UV-bestrålingen af huden typisk i biologisk effektiv dosis som patientspecifik minimal erytemdosis eller standarderytemdosis (SED), hvor 1 SED svarer til en strålebelastning på 100 J/cm^2 . Høje enkeltstående UV-doser er påvist ved udøvelse af såvel tennis, sejlsport som cykling og triatlon, men de højeste doser er imidlertid påvist ved studier med bjergguider i de schweiziske alper, Alaska, Tibet og Bolivia med gennemsnitsværdier på 29,8 SED/dag og målinger på op til 42,5 SED/dag [21]. I langtidstudier med bjergguider gennem en periode på et år blev der påvist en gennemsnitlig UV-eksposition på lysudsatte områder på 6,6 SED/dag over hele perioden, hvilket svarer til mere end seks gange den maksimale anbefalede daglige dosis på 1,08 SED/dag [20]. Tilsvarende har man i dosimeterstudier med alpine skiinstruktører påvist forhøjede daglige UV-doser [22], og ved mere ekstreme former for bjergsport i form af bjergbestigning er der påvist massive UV-doser [23].

Et studie med skiløbere viste over en seksdagesperiode, at der var en stærk association mellem UVB-udsættelse og såvel D-vitaminsyntese som omfattende DNA-skade i huden [24].

Undersøgelser har vist en forøget forekomst af non-melanomhudkræft associeret til udendørsarbejde [25] og udøvelse af udendørs sport [20]. Malignt melanom er formentlig associeret til intermitterende solforbrændinger [26], mens sammenhængen med den kumulerede livstid-UV-dosis og melanom er mindre entydig [27]. I et tværsnitstudie med bjergguider som et eksempel på en persongruppe, der habituelt færdes i bjergene, har man påvist en statistisk signifikant øget forekomst af forstadier til hudkræft og hudkræft [28].

Udsættelse for UV-lys er endvidere en risikofaktor for udvikling af en lang række øjenlidelser, herunder akut fotokeratitis, fotokonjunktivitis, retinopati og katarakt [18].

Det må anbefales at benytte effektiv solproylakse med solcreme med høj solbeskyttelsesfaktor og dermed høj beskyttelse mod UVB samt mærkning for beskyttelse mod UVA. Indsmøring skal foretages inden påbegyndelse af bjergsport og gentages i løbet af dagen. Desuden bør der anvendes godt dækkende solbriller eller lignende til forebyggelse af akutte og kroniske UV-relaterede øjenskader.

KONKLUSION

De fysiologiske forandringer, der finder sted som led i akklimatiseringen ved højdepåvirkning, danner baggrund for forståelsen af komplikationer i form af forværring af præeksisterende sygdomme og akut højdesyge, hvilket behandles i del II af denne artikel. Forskning i lavineulykker har bidraget til at rykke forståelsen af lavinen som den uforudseelige hvide død til en reel risiko, der kan reduceres ved vidensbaseret forebyggelse, og hvor begravelsestiden er styrende for indsatsen ved redning og behandling af lavineofre. Ekspositionen for UV-lys er massiv ved mange former for bjergsport og medfører risiko for skader på hud og øjne, hvilket ikke altid erkendes fuldt ud af udøverne. Risikoen for frostskafer er ikke behandlet i denne artikel, men bør indgå i vejledningen af rejsende til høje bjergegne.

SUMMARY

Kasper Fjellhaugen Hjuler & Bjørn Bay:

Mountain medicine – an introduction. I

Ugeskr Læger 2016;178:V05160367

Tourism to high-altitude areas is increasingly popular even from low-lying regions such as Denmark. Mountain sports include skiing, mountaineering, and ski touring. The young, elderly and at-risk individuals with pre-existing illnesses engage in recreational mountain activities. Thus, risk assessment and counselling regarding altitude exposure is increasingly relevant to all health-care providers. In this first article of two in a review series, we summarize the state of the art of altitude physiology, alpine dangers and avalanches, and medical aspects of the increased UV-exposure at altitude.

KORRESPONDANCE: Kasper Fjellhaugen Hjuler

E-mail: kasper@bjergmedicin.dk

ANTAGET: 16. august 2016

PUBLICERET PÅ UGESKRIFTET.DK: 31. oktober 2016

INTERESSEKONFLIKTER: Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på Ugeskriftet.dk

LITTERATUR

- Bruun-Schmidt M. Fuck gymnastik. Vi vil hellere bestige bjerge. Politiken 20. dec 2014. <http://politiken.dk/rejser/temarejser/ECE2487463/fuck-gymnastik-vi-vil-hellere-bestige-bjerge>.
- Guyton AC, Hall JE. Textbook of medical physiology. 11th ed. Saunders/Elsevier, 2006:1104.
- Zsigmondy E. Die Gefahren der Alpen. P. Fröhberg, 1885.
- Munter W. 3x3 Lawinen: Risikomanagement im Wintersport. Tappeiner, 2013:232.
- Colorado Avalanche Information Center. Statistics and Reporting. <http://avalanche.state.co.us/accidents/statistics-and-reporting/> (8. sep 2016).
- Brugger H, Paal P, Boyd J. Prehospital resuscitation of the buried avalanche victim. High Alt Med Biol 2011;12:199-205.
- International Commission for Alpine Rescue. Year: 2009/2010 People rescued from snow avalanches, alive or dead. www.ikar-cisa.org/ikar-cisa/documents/2011/ikar20110211000712.pdf (8. sep 2016).
- Brugger H, Durrer B, Adler-Kastner L et al. Field management of avalanche victims. Resuscitation 2001;51:7-15.
- Haegeli P, Falk M, Brugger H et al. Comparison of avalanche survival patterns in Canada and Switzerland. CMAJ 2011;183:789-95.
- Hohlrieder M, Brugger H, Schubert HM et al. Pattern and severity of injury in avalanche victims. High Alt Med Biol 2007;8:56-61.
- Althaus U, Aeberhard P, Schubach P et al. Management of profound accidental hypothermia with cardiorespiratory arrest. Ann Surg 1982;195:492-5.
- Oberhammer R, Beikircher W, Hormann C et al. Full recovery of an avalanche victim with profound hypothermia and prolonged cardiac arrest treated by extracorporeal re-warming. Resuscitation 2008;76:474-80.
- Brugger H, Sumann G, Meister R et al. Hypoxia and hypercapnia during respiration into an artificial air pocket in snow: implications for avalanche survival. Resuscitation 2003;58:81-8.
- Brugger H, Etter HJ, Zweifel B et al. The impact of avalanche rescue devices on survival. Resuscitation 2007;75:476-83.
- Hohlrieder M, Thaler S, Wuertl W et al. Rescue missions for totally buried avalanche victims: conclusions from 12 years of experience. High Alt Med Biol 2008;9:229-33.
- Brugger H, Durrer B, Elsensohn F et al. Resuscitation of avalanche victims: evidence-based guidelines of the international commission for mountain emergency medicine (ICAR MEDCOM): intended for physicians and other advanced life support personnel. Resuscitation 2013;84:539-46.
- Schweizer Alpen-Club SAC. Bergnotfälle Schweiz 2013-2015. www.sac-cas.ch/unterwegs/sicherheit/bergnotfallstatistik.html (12. sep 2016).
- Lucas R, Smith W, Armstrong B. Solar ultraviolet radiation: global burden of disease from solar ultraviolet radiation. Environmental burden of disease series no 13. www.who.int/uv/health/solaruvradfull_180706.pdf (8. sep 2016).
- Moehrl M, Koehle W, Dietz K et al. Reduction of minimal erythema dose by sweating. Photodermatol Photoimmunol Photomed 2000;16:260-2.
- Moehrl M. Outdoor sports and skin cancer. Clin Dermatol 2008;26:12-5.
- Moehrl M, Korn M, Garbe C. Bacillus subtilis spore film dosimeters in personal dosimetry for occupational solar ultraviolet exposure. Int Arch Occupat Environment Health 2000;73:575-80.
- Rigel EG, Leibold MG, Rigel AC et al. Ultraviolet radiation in alpine skiing: magnitude of exposure and importance of regular protection. Arch Dermatol 2003;139:60-2.
- Cheng I, Kiss A, Lilje L. An observational study of personal ultraviolet dosimetry and acute diffuse reflectance skin changes at extreme altitude. Wilderness Environ Med 2013;24:390-6.
- Petersen B, Wulf HC, Triguero-Mas M et al. Sun and ski holidays improve vitamin D status, but are associated with high levels of DNA damage. J Invest Dermatol 2014;134:2806-13.
- Bauer A, Diepgen TL, Schmitt J. Is occupational solar ultraviolet irradiation a relevant risk factor for basal cell carcinoma? Br J Dermatol 2011;165:612-25.
- Miller AJ, Mihm MC, Jr. Melanoma. N Engl J Med 2006;355:51-65.
- Langford IH, Bentham G, McDonald AL. Multi-level modelling of geographically aggregated health data: a case study on malignant melanoma mortality and UV exposure in the European community. Stat Med 1998;17:41-57.
- Lichte V, Dennenmoser B, Dietz K et al. Professional risk for skin cancer development in male mountain guides – a cross-sectional study. J Eur Acad Dermatol Venereol 2010;24:797-804.