



Erla Sveinsdóttir¹⁾, Alma Möller²⁾, Ólafur Jónsson²⁾

LÍFÆDLISFRÆÐILEGAR BREYTINGAR Í SJÚKRAFLUGI: YFIRLITSGREIN

INNGANGUR

Strjálbýli og erfiðar samgöngur hér á landi hafa í för með sér að oft þarf að flytja sjúklinga langar vegalengdir, þangað sem betri aðstaða er til rannsókna og meðferðar. Læknar sem starfa utan höfuðborgarsvæðisins geta stöðugt átt von á að standa frammi fyrir ákvörðun um flutning sjúklinga, undirbúning þeirra og fylgd. Oft eru sjúklingar fluttir með flugvélum. Við aukna hæð yfir sjávarmáli koma til ýmsar lífædlisfræðilegar breytingar sem nauðsynlegt er að taka tillit til. Tilgangur þessa yfirlits er að benda læknum á þessi atriði þannig að öryggi og líðan sjúklinga sé sem best tryggt.

LÍFÆDLISFRÆÐILEGAR BREYTINGAR Í SJÚKRAFLUGI

Lofþrýstingur: Við yfirborð sjávar er lofþrýstingur 760 mm Hg. Í 18.000 feta (5400 m) hæð er lofþrýstingur orðinn helmingur þess sem hann er við sjávarmál. Samkvæmt lögmáli Boyle's er rúmmál lofttegunda við stöðugt hitastig í öfugu hlutfalli við þrýsting, þess vegna hafa lofttegundir tilhneigingu til að þenjast út við minnkaðan lofþrýsting. Útþensluþáttur lofts við 8000 fet (2400 m) er 1,4 (1-4).

Þetta er mikilvægt í sambandi við flug þar sem útþensla lofts hefur áhrif í öllum holrúmunum líkamans, lokuðum sem hálflokuðum. Þetta eru til dæmis ennis- og kinnholur, miðeyra, brjósthol, magi og þarmar. Hjá sjúklingum með lofþrýsting getur ástand versnað mjög fljótt og dregið til dauða ef viðeigandi ráðstafanir eru ekki gerðar fyrir flugferð. Loft í maga veldur oft óþægindum í flugi til dæmis ógleði og uppköstum. Hafa verður í huga að loft í lækningabúnaði til dæmis belg á barkarennu þenst út og

dregst saman eftir breytingum á lofthæð, fylla ætti því belginn með saltvatni. Nota þarf innrennslisflöskur úr plasti þar sem lofþrýstingur við yfirborð vökva í glerlátum getur ýmist hert eða hægt á rennslis vökvans eftir því hvort flugvél hækkar sig eða lækkar (1,4-6).

Í flugvél sem búin er jafnþrýstibúnaði getur þrýstingurinn ýmist haldist sambærilegur við sjávarmál eða sambærilegur við allt að 8000 fet (2400 m). Algengasta flughæð þyrilu er 500-2000 fet (160-600 m) en minni flugvéla, sem algengastar eru til sjúkraflutninga hérlendis, 8000-10.000 fet (2400-3000 m). Þær flugvélar hafa hingað til yfirleitt ekki verið búnar jafnþrýstibúnaði. Sum flugfélaganna sem annast sjúkraflutninga hérlendis hafa þó yfir slíkum vélum að ráða en þær eru að jafnaði ekki notaðar vegna meiri kostnaðar nema brýna nauðsyn beri til. Læknar þurfa því að íhuga í hverju tilviki fyrir sig hvort ástand sjúklings krefjist sjúkraflutnings í flugvél með jafnþrýstibúnaði eða ekki.

Súrefni: Við sjávarmál er hlutfall súrefnis 21% af andrúmslofti. Minna súrefni verður á hverja rúmmálseiningu með aukinni hæð en hlutfall súrefnis í andrúmsloftinu heldur sér þó. Samkvæmt lögmáli Dalton's um hlutþrýsting, er þrýstingur blandaðrar lofttegundar jafn samanlögðum hlutþrýstingi þeirra gastegunda sem mynda lofttegundina (2,3).

Við það að fljúga upp í 8000 feta (2400 m) hæð lækkar lofþrýstingur úr 760 mm Hg í 565 mm Hg. Um leið lækkar hlutþrýstingur súrefnis í lungnablöðrunum (PAO₂) úr 100 mm Hg niður í 69 mm Hg og verður um 55 mm Hg í slagæðablóði, af því að mismunur hlutþrýstings súrefnis slagæðablóðs (PAO₂) hjá heilbrigðum einstaklingi er innan við 10-15 mm Hg frá PAO₂. Þetta jafngildir því að súrefnismettun í blóði fari

Frá ¹⁾læknadeild Háskóla Íslands, læknanemi, ²⁾svæfinga- og gjörgæsludeild Borgarspítalans. Fyrirspurnir, bréfaskipti: Erla Sveinsdóttir, læknadeild Háskóla Íslands.

úr 97% niður í 86%. Þetta þola heilbrigðir einstaklingar, en sjúkir og slasaðir síður, og þurfa því súrefnisgjöf. Mikilvægt er að halda súrefnismettun yfir eða við 90% í sjúkraflugi. Notkun súrefnismettunarmælis getur hjálpað mjög við að fylgjast með súrefni í blóði og hjálpað við mat á súrefnisþörf í innöndunarlofti (1,4).

Hröðun: Hvort sem sjúklingur er fluttur í þyrlu, flugvél eða með sjúkrabíl verka á hann hröðunarkraftar, mismiklir eftir flutningsmáta. Þeir verka eftir þremur ásum; lárétt (höfuð-tær), þversum (hlið til hliðar) og lóðrétt (bringa-bak) (1,7,8).

Í flugvél gætir láréttu áhrifanna mest og eru þau sterkust við flugtak og landingu. Í sjúkrabílum eru sömu kraftar mest áberandi. Þyrla hefur sig til flugs og lendir lóðrétt þannig að lárétt hröðun og hraðaminnkun er ekki eins mikil, en nokkurs konar blöndun á kröftunum myndast, þeir eru sterkari en einsleitari og því verður flutningurinn "mýkri". Skyndilegar breytingar eru meiri og ófyrirséðari í bíl en í þyrlu. Því er betra að flytja sjúklinga sem þola lítið hnjask í þyrlu (6,8).

Hröðun getur valdið tilfærslu á blóði í líkamanum og því haft áhrif á blóðþrýsting. Þessa gætir mest við snarpar breytingar. Þetta skiptir máli hjá sjúklingum með óstöðuga blóðrás og einnig hjá þeim sem hafa hækkaðan þrýsting innan höfuðkúpu (3,4,7). Mikilvægt er að lækni láti flugmann vita af slíku en hann getur þá hugsanlega hagað flugi með tilliti til þess.

Hávaði, titringur og hitastig: Hávaði um borð í þyrlum og litlum flugvélum er töluverður. Í þyrlum er hann talinn vera á bilinu 85-95 dB, þar eru heyrnarhlífar því nauðsynlegar, bæði fyrir áhöfn og sjúklinga. Í litlum flugvélum getur hávaðinn farið upp undir 90 dB í flugtaki (9-11). Hávaði um borð veldur því að erfitt er að fylgjast með ýmsum teiknum hjá sjúklingum þar á meðal hjarta- og lungnahljóðum því notkun hlustpípu er ekki möguleg. Nauðsynlegt er því að fylgjast vel með sjúklingum og hafa góða vaktara, og eru sjálfvirkur blóðþrýstingsmælir, hjartalínurit og súrefnismettunarmælir nauðsynlegir. Tjáskipti við sjúkling um borð geta verið erfð (4,9,12,13).

Titringur á sér stað í öllu flugi, en er mismikill eftir tegundum loftfara. Áhrif á mannlíkamann eru mest við lága tíðni (1-50 Hz) og geta valdið margvíslegum áhrifum á sjúklinga og þá sem eru óvanir að fljúga. Helstu einkenni eru þreyta, höfuðverkur, einbeitingarörðugleikar, skyndruflanir og ógleði, auk þess sem efnaskipti aukast og súrefnisþörf vex. Titringur getur og gert lækni erfitt að annast sjúkling til dæmis getur verið erfitt að finna púls. Ókyrrð í lofti getur einnig valdið erfðleikum, því er mikilvægt að vanda undirbúning fyrir flug og festa allan búnað vel. Þetta á bæði við um sjúkrabörur og það sem tengt er við sjúklinginn, til dæmis æðaleggi (4,7).

Mikilvægt er að hitastig sé þægilegt því auk þeirra venjulegu áhrifa, sem verða á líkamann af völdum hitabreytinga, verkar samspil hita og titrings á sérstakan hátt. Við hita á sér stað útvíkkun æða og svitamyndun eykst til að kæla líkamann. Við kulda og í titringi dragast æðar saman og svitaframleiðsla minnkar. Þegar saman fer mikill hiti og titringur geta áhrif titringsins, það er æðasamdrátturinn, verið yfirgnæfandi og stjórnun líkamans til kælinga skerðist (14).

Hafa verður í huga að auk þess að hafa áhrif á sjúklinginn getur hávaði og titringur haft áhrif á áhöfnina. Súrefnisskortur getur gert vart við sig og valdið svima, syfju, skertri dómgreind og starfsgetu (15).

Önnur atriði: Höfuðáverkum fylgja oft ógleði og uppköst og eru sjúklingar þá næmari fyrir flugveiki. Þessir sjúklingar hafa oft lækkaðan krampaþröskuld og geta umhverfisáhrif í flugi, til dæmis birta, komið af stað krömpum. Súrefnisskortur lækkar einnig krampaþröskuld (1). Sjúklingar með hækkaðan þrýsting innan höfuðkúpu, sem fluttir eru í flugvél, ættu að snúa þvert í vélinni ef mögulegt er til að hindra það að þrýstingurinn aukist við tilfærslu blóðs í líkamanum (1,4,6).

Skútaop geta lokast vegna áverka eða bjúgs, þannig að loft inni í þeim getur þanist út og dregist saman eftir breytingum á loftþrýstingi, og getur það valdið sársauka og jafnvel súrefnisþurrð í vefjum. Blóðnasir geta verið fylgikvilli loftþrýstingsbreytinga í flugi (1,6).

Til bóta er að setja tappa í eyru meðvitundarlausra sjúklinga til að

draga úr hugsanlegum óþægindum vegna þrýstingsbreytinga í miðeyra. Loftþrýstingsbreytingar í þyrlum eru venjulega ekki það miklar að þess gerist þörf.

Styðja þarf vel við hryggbrot vegna titrings og ókyrrðar. Setja ætti magaslöngu í mænuskaddaða sjúklinga fyrir flutning til að hindra aukna loftþenslu ef um garnalömun er að ræða. Slíkir sjúklingar ættu einnig að hafa þvaglegg (6).

Loftbrjóst verður að meðhöndla fyrir flutning með brjóstholskera þar sem alltaf verður þensla á loftinu við aukna hæð með versnandi einkennum. Bláma getur verið erfitt að sjá vegna lélegrar lýsingar um borð og erfitt er að fylgjast með öndun og er því þörf á nákvæmri vöktun sjúklinga (6,8).

Setja þarf magaslöngu hjá sjúklingum sem hafa áverka eða sjúkdóma í kviðarholi. Hjá heilbrigðum einstaklingum er loft í meltingarveginum sem þenst út með aukinni hæð en það kemur sjaldnast að sök þar sem veggir líffæraanna eru teygjanlegir. Ef óeðlilega mikið loft er í meltingarveginum getur þenslan valdið sársauka og óþægindum, auk alvarlegri einkenna til dæmis yfirlíði vegna lækkunar á blóðþrýstingi og ósjálfráðra taugaviðbragða. Þrýstingur á þind getur einnig valdið öndunarerfiðleikum. Ef garnaþykkja er veik fyrir, til dæmis vegna sáramyndunar eða bólgu, getur veggur hennar rofnað undan auknum þrýstingi (1,5).

Gæta þarf að spelkum sem loft er í, þær breytast vegna breytinga á loftþrýstingi. Við aukna hæð gæti því þurft að hleypa lofti af spelku (6).

Ef flytja þarf sjúkling með kafaraveiki flugleiðis er mikilvægt að fljúga sem lægst, því annars geta köfnunarefnisbólur í blóðrásinni þanist út og valdið meiri skaða en ella. Í 6000-8000 feta (1800-2400 m) hæð eykst rúmmál loftbólum um nálega þriðjung miðað við sjávarmál (6).

Þegar þungaðar konur eru fluttar þarf alltaf að gæta þess að gefa nægilegt súrefni og vökva til að mæta þörfum fósturs auk móðurinnar. Móður skyldi alltaf leggja eilítið yfir á

vinstri hlið til að hindra að þungi fósturs þrýsti á holæð hennar en slíkt getur valdið blóðþrýstingsfalli.

LOKAORÐ

Veðurfar, strjálbýli og erfiðar samgöngur hér á landi gera að verkum að margir sjúklingar eru fluttir loftleiðis ár hvert. Að jafnaði eru þeir sjúklingar þó mikið veikir eða slasaðir og því viðkvæmir fyrir þeim lífeðlisfræðilegu breytingum sem verða við aukna hæð. Mikilvægt er því að lækna séu vel meðvitaðir um þessi áhrif og vandi undirbúning sjúklinga, vöktun þeirra og val á loftfari svo sem kostur er.

HEIMILDIR

1. McNeil EL. Airborne Care of the Ill and Injured. New York, Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag, 1983.
2. Saunders CE. Aeromedical transport. Management of wilderness and environmental emergencies. 2nd ed. St.Louis, Baltimore, Toronto: The C.V. Mosby Company, 1989.
3. Aerospace medicine. Physiology of Flight. Air Force Pamphlet No. 161-16. Washington: Department of Air Force, 1968.
4. Valgarðsson A. Sjúkraflutningar með þyrlu. Óbirt.
5. Jónsson ÓP. Sjúkraflutningar með flugvéllum. Læknablaðið 1980; 9: 280-7.
6. Grande CM. Critical care transport: A trauma perspective. Crit Care Clin 1990; 6:165-83.
7. Mulrooney P. Aeromedical patient transfer. Br J Hosp Med 1991; 45: 209-12.
8. Silbergleit R, Dedrick DK, Pape J, Burney RE, Arbor A. Forces acting during air and ground transport on patients stabilized by standard immobilization techniques. Ann Emerg Med 1991; 20: 875-7.
9. Hunt RC, Bryan DM, Brinkley S, Whitley TW, Benson NH. Inability to assess breath sounds during air medical transport by helicopter. JAMA 1991; 265: 1982-4.
10. Pasic TB, Poulton TJ. The hospital-based helicopter. A threat to hearing? Arch Otolaryngol 1985; 111: 507-8.
11. Bergmann H. Hávaði á vinnustað. Fræðslu- og leiðbeiningarrit. Reykjavík: Vinnueftirlit ríkisins, 1986.
12. Poulton TJ, Kisicki P. Physiologic Monitoring During Civilian Air Medical Transport. Aviat Space Environ Med 1987; 265: 367-9.
13. Wilson A, Driscoll P. ABC of major trauma. Transport of injured patient. Br Med J 1990; 301: 658-62.
14. Spaul WA, Spear RC, Greenleaf JE. Thermoregulatory responses to heat and vibration in men. Aviat Space Environ Med 1986; 57: 1082.
15. Browne L, Bodenstedt R, Campbell P, Nehrenz G. Nine stresses of flight. J Emerg Nurs 1987; 13: 232-4.