



# HÁSKÓLI ÍSLANDS

## Hálshryggjarbrot eftir háorkuáverka á Landspítala 1998-2022

Ingibjörg Sóley Einarsdóttir

Júní 2023

Lokaverkefni til BS-prófs  
í Læknisfræði

LÆKNADEILD



# Hálshryggjarbrot eftir háorkuáverka á Landspítala 1998-2022

Ingibjörg Sóley Einarsdóttir

Lokaverkefni til BS-prófs í Læknisfræði

Aðalleiðbeinandi: Halldór Jónsson jr.

Meðleiðbeinendur:

Halldór Skúlason

Mariella Tsirilaki

Læknadeild

Heilbrigðisvísindasvið

Háskóli Íslands

Reykjavík, júní 2023

Hálshryggjarbrot eftir háorkuáverka á Landspítala 1998-2022

Ritgerð þessi er 16 eininga lokaverkefni til BS gráðu  
við Læknadeild Háskóla Íslands

Höfundarréttur © 2023 Ingibjörg Sóley Einarsdóttir  
Öll réttindi áskilin

# Ágrip

## Hálshryggjarbrot eftir háorkuáverka á Landspítala 1998-2022

Ingibjörg Sóley Einarsdóttir<sup>1</sup>, Halldór Skúlason<sup>3</sup>, Mariella Tsirilaki<sup>4</sup>, Halldór Jónsson jr.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Læknadeild Háskóla Íslands, <sup>2</sup>Bæklunarskurðeild Landspítalans, <sup>3</sup>Heila- og taugaskurðeild Landspítalans, <sup>4</sup>Myndgreiningardeild Landspítalans.

**Inngangur:** Hálshryggjarbrot eru sjaldgæf en geta haft alvarlegar afleiðingar. Markmið þessarar rannsóknar var að kanna faraldsfræði hálshryggjarbrota á Landspítala eftir háorkuáverka.

**Efniviður og aðferðir:** Sjúkragögn einstaklinga með hálshryggjarbrot á Landspítala árin 1998-2022 voru yfirfarin m.t.t. aldurs, kyns, orsaka, staðsetningar brota, legutíma, skurðaðgerða og afdrifa. Tölvusneiðmyndir voru yfirfarnar í Agfa kerfinu til staðfestingar á greiningu brots og brot flokkuð eftir AO flokkunarkerfinu.

**Niðurstöður:** Alls greindust 323 einstaklingar með brot á 499 hálshryggjarliðum. Að meðaltali voru 12,9 slys á ári. Meðalaldur var 39,9 ár og karlar voru 64,4% rannsóknarþýðis. Umferðarslys voru algengasta orsök hálshryggjarbrota (73,4%) og þar af voru bílveltur algengastar (41,8% allra þátttakenda). 64% einstaklinga með erlenda kennitölu lentu í bílveltu. Hestaslys og föll voru næstalgengustu orsakirnar (7,7% hvor). Konur lentu oftar í aftanákeyrslum, hestaslysum og íþróttaslysum. Flestir sem brotnuðu á neðri hálshrygg brotnuðu á C7 (30,4% neðri hálshryggjar, 22,4% allra liða) og A0 (minniháttar brot) var algengasti kóðinn. Flestir sem brotnuðu á efri hálshrygg brotnuðu á C2 þar sem flest brotanna fengu kóðann IIIA (brotinn C2 án liðbandáverka). Aðgerðir voru algengastar meðal brota sem fengu kóðana IIB (skaðað þverband), A4 (fullþykktar sprengibrot) og F4 (liðskekking). Markverður munur var á aðgerðarábendingu eftir stöðugleika brots en alls fóru 29,4% í aðgerð. 55% voru með aðra áverka og 1,9% létust vegna hálshryggjarbrots.

**Ályktanir:** Umferðarslys voru algengasta ástæða hálshryggjarbrots. Öryggi í umferðinni og aðbúnaður ökumanna skiptir máli til að koma í veg fyrir slys og nauðsynlegt er að fræða ferðamenn um hættur á íslenskum vegum. Hálshryggjarbrotum fer fækkandi en ekki eins hratt og öðrum umferðarslysum.



# Abstract

## Cervical spine fractures after high-energy trauma at Landspítali 1998-2022

Ingibjörg Sóley Einarsdóttir<sup>1</sup>, Halldór Skúlason<sup>3</sup>, Mariella Tsirilaki<sup>4</sup>, Halldór Jónsson jr.<sup>1,2</sup>

*<sup>1</sup>University of Iceland Faculty of Medicine, <sup>2</sup>Landspítali Department of Orthopedic surgery, <sup>3</sup>Landspítali Department of Neurosurgery, <sup>4</sup>Landspítali Department of Radiology.*

**Objective:** This study aims to examine the epidemiology of high-energy cervical spine fractures (CSF) at Landspítali.

**Materials and methods:** Medical records of those who had a CSF in Landspítali 1998-2022 were examined. CT images were reviewed to confirm CSF and classify fractures using the AO system.

**Results:** 323 people fractured a total of 499 vertebrae, with a mean of 12,9 accidents per year. The mean age was 39,9 years and men made up 64,4% of the cohort. Traffic accidents were the most common cause of fractures (73,4%) with car turnovers being the most frequent (41,8% of the cohort). 64% of those with a foreign identification number had a car turnover. Horseriding and falls were the second most common (7,7% each). Women were more often involved in rear-end collisions, horse-riding accidents and sports-related accidents. C7 was the most commonly fractured vertebra in lower CSF with A0 (minor fracture) being the most popular AO code. C2 was the most commonly fractured vertebra in upper CSF with IIIA (broken C2, no ligament damage) being the most popular AO code. Surgery was most common among fractures who had the codes IIB (damaged transverse ligament), A4 (complete burst fracture) and F4 (subluxation). Fracture stability was a good indicator for surgery but a total of 29,4% had surgery. 55% had other injuries and 1,9% died due to CSF.

**Conclusions:** Traffic safety and conditions are important to prevent accidents and it is essential to educate tourists about the dangers on Icelandic roads. CSF are decreasing in numbers but not as much as other traffic accidents.





# Efnisyfirlit

Ágrip.....	i
Abstract.....	iii
Efnisyfirlit.....	v
Myndir .....	vii
Töflur .....	viii
Skammstafanir .....	ix
Þakkir.....	ix
1 Inngangur.....	1
1.1 Líffærafræði háls hryggjarins .....	1
1.2 Kraftar sem verka á háls hrygg.....	3
1.3 Há- og lágorkuáverkar .....	3
1.4 Stöðugleiki.....	4
1.5 Flokkunarkerfi háls hryggjarbrota .....	4
1.5.1 Skipting í súlur .....	4
1.5.2 TLICS og SLIC .....	5
1.5.3 AO flokkunarkerfið .....	5
1.6 Faraldsfræði háls hryggjarbrota.....	9
2 Markmið rannsóknar .....	11
3 Efniviður og aðferðir .....	13
3.1 Tölfræðiúrvinnsla .....	14
4 Niðurstöður.....	15
4.1 Nýgengi, aldurs- og kynjadreifing.....	15
4.2 Orsakir áverka .....	17
4.3 Tímasetning áverka .....	18
4.4 Staðsetning brota .....	19
4.5 AO flokkunarkerfi .....	19
4.6 Aðgerðir.....	20
4.7 Stöðugleiki.....	20
5 Umræða .....	23
5.1 Nýgengi .....	23

5.2 Kynja- og aldursdreifing .....	24
5.3 Orsakir .....	24
5.4 Staðsetning brota .....	25
5.5 AO flokkunarkerfi .....	26
5.5.1 Aðgerðir.....	26
5.5.2 Kostir og gallar AO .....	27
5.6 Kostir og gallar rannsóknar .....	28
5.7 Ályktun og framtíðarhugmyndir .....	28
Heimildaskrá .....	29
Viðauki 1 .....	33
Viðauki 2 .....	34
Viðauki 3 .....	35
Viðauki 4 .....	36

# Myndir

Mynd 1. Dæmigerður háls hryggjaliður [4] .....	1
Mynd 2. Leikandi [6].....	2
Mynd 3. Standliður [7] .....	2
Mynd 4. Samanburður á kenningum Holdsworth og Denis [15] .....	4
Mynd 5. TLICS skalinn [17]. .....	5
Mynd 6. Nýgengi eftir ári .....	15
Mynd 7. Fjöldi háls hryggjarbrota eftir aldri og kyni.....	17
Mynd 8. Orsakir áverka eftir aldri .....	18
Mynd 9. Fjöldi slysa eftir mánuði .....	18
Mynd 10. Fjöldi brotanna háls hryggjarliða.....	19
Mynd 11. AO flokkun efri háls hryggjarbrota [61] .....	33
Mynd 12. AO flokkun neðri háls hryggjarbrota [61] .....	34
Mynd 13. Samanburður á tíðni allra umferðarslysa (gögn frá Hagstofu) og háls hryggjarbrota vegna umferðarslyss [62] .....	35
Mynd 14. AO flokkar og stöðugleiki .....	36

# Töflur

Tafla 1. Háorkuáverkar.....	3
Tafla 2. Skali fyrir taugafræðilegt ástand.....	6
Tafla 3. Áverkatýpur efri háls hryggjarbrota.....	6
Tafla 4. Sundurliðun AO flokkunarkerfis efri háls hryggjar.....	6
Tafla 5. Klínískt mikilvægir þættir efri háls hryggjarbrota.....	7
Tafla 6. Áverkagerðir neðri háls hryggjarbrota.....	7
Tafla 7. Sundurliðun AO flokkunarkerfis neðri háls hryggjar.....	7
Tafla 8. Klínískt mikilvægir þættir neðri háls hryggjabrota.....	8
Tafla 9. Endurbætt skilgreining háorkuáverka.....	13
Tafla 10. Grunnupplýsingar um rannsóknarhópinn.....	16
Tafla 11. AO greiningarkóðar eftir staðsetningu.....	20
Tafla 12. AO kóðar og aðgerðir.....	21

# Skammstafanir

AA liður	Atlanto-axial liður (liður leikanda og standliðar)
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
C-C	Cranio-cervical junction (liður hnakkahnúa og háls hryggs)
DLC	Disco-ligamentous complex
ICD-10	International Classification of Diseases 10th Revision
ÍSí	Íþróttá- og Ólympíusamband Íslands
MRI	Magnetic resonance imaging
PLC	Posterior Ligamentous Complex
SLIC	Subaxial Cervical Spine Injury Classification system
TLICS	Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score



# Þakkir

Bestu þakkir fær aðalleiðbeinandi minn Halldór Jónsson jr. fyrir ánægjulegt samstarf og frábæra leiðsögn í verkefninu. Ég einnig þakka Halldóri Skúlasyni og Mariellu Tsrilaki fyrir yfirlestur og kennslu. Nanna Óttarsdóttir, bekkjarsystir mín, fær sérstakar þakkir fyrir aðstoð og stuðning á rannsóknartímabilinu. Að lokum vil ég þakka fjölskyldu og vinum fyrir yfirlestur ritgerðar og hvatningu





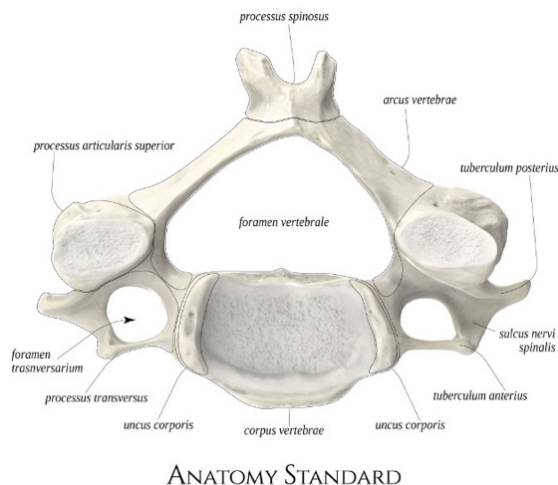
# 1 Inngangur

Hlutverk hryggsúlunnar er þríþætt: ber líkamann uppi, leyfir hreyfingu og varðveitir mænuna. Hálshryggurinn er viðkvæmur fyrir hnjaski, sérstaklega frá háorkuálagi sem getur haft alvarlegar afleiðingar í för með sér. Hálshryggjaráverkar eru sem betur fer sjaldgæfir en tíðni þeirra er mismunandi eftir löndum og breytileg eftir árstíðum.

## 1.1 Líffærafræði hálshryggjarins

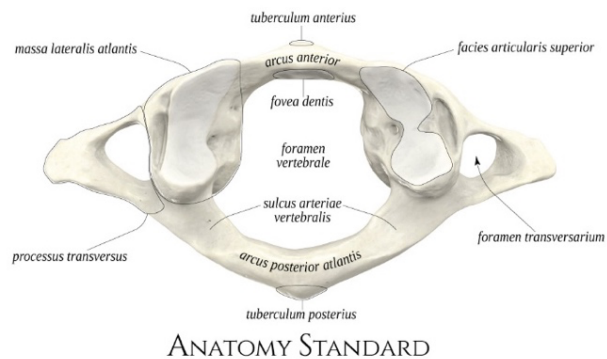
Hálshryggjarbolirnir eru sjö talsins og eru þeir minnstu í hryggsúlunni. Þeir bera minnstu þyngd líkamans en bjóða upp á mestu hreyfinguna. Fyrstu tveir hryggjarbolirnir, C1 og C2, eru frábrugðnir í útliti og starfi og mynda efri hálshrygginn. Neðri hálshryggurinn samanstendur af C3-C7 og eru þeir líkari öðrum hryggjarbolum hryggsúlunnar. [1]

Hryggjabolir neðri hálshryggjar eru mun minni en í öðrum svæðum hryggsúlunnar. Yst við hryggjabolina eru uncovertebral liðirnir (e. uncinat processes) sem takmarka hliðarbeygju. [2] Hliðlægt úr hryggjabol eru þvertindar (e. transverse processes) með þvertindagati þar sem hryggslagæðin liggur í gegn að C7 undanskildum. Á þvertindum er einkennandi gróf þar sem úttaugar ganga út frá mænunni. Þunni botn þvertindsins kallast stilkur (e. pedicle). Aftur og út frá þvertindum ganga liðbogapynnur (e. lamina) sem koma saman og mynda hryggjind (e. spinous process) ásamt stilkum. Hryggjindur hálshryggjar er ólíkur öðrum svæðum þar sem hann er klofinn í endann (e. bifid). Aftan við þvertindana eru liðtindar (e. superior and inferior articular processes) sem mynda liðamót við liðtinda næsta hryggjaliðar. Þegar liðtindarnir koma saman myndast milliliðagat (e. intervertebral foramen) þar sem æðar og taugar ganga út en mænugatið (e. vertebral foramen) sjálf í miðjum hryggjaliðnum er þríhyrningslaga og hlutfallslega stórt miðað við stærð hálshryggjarins sökum stærðar hálsgúls mænu (e. cervical enlargement) sem ítaugar efri útlimi. [1, 3]

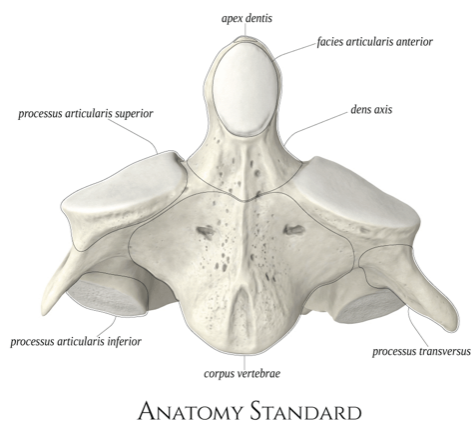


Mynd 1. Dæmigerður hálshryggjaliður [4]

Efri háls hryggur er frábrugðinn þeim neðri og samanstendur af höfuðkúpubotninum (e. cranial base), leikanda (banakringla, e. atlas) og standlið (e. axis) en efri háls hryggur leyfir hreyfingu höfuðkúpunnar. Kúpubotninn er stundum sagður hluti efri háls hryggjar og er þá kallaður C0. Þar eru hnakkahnúar (e. occipital condyle) sem eru sporöskjulaga, kúptir gnúpar sem vísa fram og miðlægt. [5] Leikandinn, C1, er hvorki með hryggjaból né hryggind en þess í stað eru leikandahlöss (e. lateral mass) sem ásamt fremri og aftari liðbogum (e. arches) mynda hring. Liðbogarnir hafa sitt hvorn leikandahnjóttinn (e. tubercle) en á aftari hluta fremri liðboga er standdæld leikanda (la. fovea dentis atlantis) ásamt hnjóttum til að festa þverband (e. transverse ligament) leikanda. Efri liðfletirnir á leikandahlössunum standliðar mynda liðflöt með hnakkahnúa (e. occipital condyle) og myndar þar með atlanto-occipital liðinn sem leyfir framsveigju (e. flexion) háls hryggjarins. Neðri liðfletirnir mynda hliðlæga liðflötinn við standliðinn, C2, sem leyfir slétta hreyfingu. Standliðurinn (e. axis) líkist meira venjulegum háls hryggjalið að uppbyggingu en þar er standurinn (e. dens) einkennandi landamerki sem stendur upp úr liðbolnum. Standurinn myndar liðflöt við aftari hlið fremri liðboga og myndar þar með miðlæga liðflötinn við leikandann sem leyfir snúning höfuðs. Þverbandið heldur standinum þétt upp við liðflötinn/standdæld leikandans.



Mynd 2. Leikandi [6]



Mynd 3. Standliður [7]

Hryggþófar (e. intervertebral discs) eru á milli allra liðbola háls hryggjar nema á milli leikanda og standliðar. Hryggþófarnir minnka samþjöppunarkrafta. Auk þverbandsins eru nokkur liðbönd sérstök fyrir háls hrygg. Vængliðbandið (e. alar ligament) fer frá afturhluta standliðar upp í hnakkahnúa og takmarkar hreyfingu efri háls hryggjar. Toppliðbandið (e. apical ligament) fer frá toppi standsins til kúpubotnsins. Fremri og aftari langböndin (e. longitudinal ligaments) ganga út frá fyrrnefndu þverbandi, upp að hnakkabeini og niður að

liðbol leikanda. Saman mynda þverbandið og fremra og aftara langband krossbandið (e. cruciate ligement) sem ásamt vængliðbandi stöðgar höfuð og efri háls hrygg. Gulbandið (e. ligament flava) gengur milli liðbogapynna og takmarkar beygju hryggjarins. Millitindaliðbandið (e. interspinous ligament) gengur milli hryggstinda. Svírabandið (e. nuchal ligement) fer frá hnakkabeini (e. external occipital protuberance) niður hryggstinda háls hryggjarins og virkar sem vöðvafesta. [3]

## 1.2 Kraftar sem verka á háls hrygg

Skaðinn við áverka fer eftir krafti og átt átaksins sem veldur óhappinu. Eðlilegar hreyfingar háls hryggjarins eru 80-90° framsveigja (e. flexion), 70° aftursveigja (e. extension), 20-45° hliðarsveigja (e. lateral flexion) og 90° snúningur (e. rotation) á hvora hlið. [8]

Kraftar sem geta valdið áverka eru yfirbeygingar- (e. hyperflexion), yfirréttingar- (e. hyperextension), snúnings- (e. rotation), togkraftur (e. distraction) eða lóðrétt þjöppun (e. compression). Ef kraftur kemur úr fleiri en einni stefnu margfaldast krafturinn. [9] Þar að auki skiptir staða hryggjarins þegar óhapp á sér stað máli. Ef hryggur er í beygðri stöðu þegar áverki á sér stað eru meiri líkur á rofi liðflatar (e. disruption of a facet joint) en ef hryggur er í hlutlausri stöðu eða í réttu eru meiri líkur á sprengibroti (e. burst fracture) liðbols. [10] Þegar höfuðið er í hvíldarstöðu er örlítill lendarfetta (e. lordosa) á háls hryggnum. Ef höfði er hallað rúmlega 30° fram á við hverfur þessi fetta. Ef kraftur í lóðréttri stefnu lendir á höfði í slíkri stöðu tapast hæfileikinn til að dempa lóðréttan kraftinn með hryggbolnum. [8]

## 1.3 Há- og lágorkuáverkar

Áverkar sem orsaka háls hryggjarbrot geta verið af mikilli eða lítilli orku og þannig má flokka áverkana. Þeir sem brotna eftir lágorkuáverka eru oftast eldri einstaklingar með beinþynningu, slitgigt og aðra sjúkdóma. Þeir sem brotna eftir háorkuáverka eru aftur á móti yngri einstaklingar. Tafla 1 sýnir skilgreiningu Landlæknisembættisins á háorkuáverka: [11]

Tafla 1. Háorkuáverkar

Háorkuáverkar:
Árekstur bíla á meira en 65 km/klst
Bílvelta
Dauðsfall í sama farþegarými
Aflögun farþegarýmis meira en 30 cm
Aflögun ökutækis meira en 50 cm
Sjúklingur fastur í flaki eða tók meira en 20 mín að losa
Sjúklingur kastast út úr ökutækinu
Bifhjólaslys þar sem hraði er meiri en 30 km/klst
Fótgangandi verður fyrir ökutæki á meira en 10 km/klst
Fall úr 4 metra hæð eða meira
Fall barns úr tvöfaldri hæð þess eða meira

## 1.4 Stöðugleiki

Nauðsynlegt er að segja til um stöðugleika brots þegar meðferð er valin og flokkunarkerfi hér á eftir leggja mat þar á. Til eru nokkrar skilgreiningar á stöðugleika en skilgreining White og Panjabi er mjög skýr og almennt höfð til viðmiðunar:

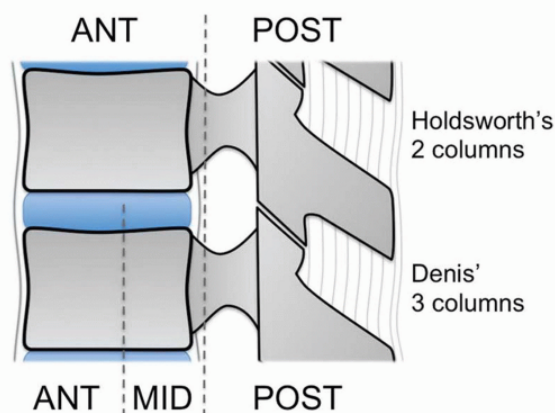
„the loss of the ability of the spine under physiologic loads to maintain relationships between vertebrae in such a way that there is neither initial damage nor subsequent irritation to the spinal cord or nerve roots and, in addition, there is no development of incapacitating deformity or pain due to the structural changes“ [12]

## 1.5 Flokkunarkerfi háls hryggjarbrota

Til eru mörg kerfi til að flokka háls hryggjarbrot og meta alvarleika þeirra. Kerfin hafa ólíkar áherslur en ekkert þeirra er gallalaust. Rannsóknargreinar nota mismunandi flokkunarkerfi og því er þörf á einu kerfi sem metur brot og hægt er að styðjast við þegar taka skal ákvörðun um meðferð. Háls hryggjarbrot sem komu á Landspítala, stöðugleiki og meðferð hafa um árabil verið mat hvers og eins hvort þörf sé á aðgerð eða ekki og hafa ekki verið flokkuð eftir einu ákveðnu kerfi. Ljóst er að sökum breytileika í líffærafræði efri háls hryggjar samanborið við þann neðri krefjast brotin mismunandi greiningarskilmerkja og meðferðar.

### 1.5.1 Skipting í súlur

Grein Holdsworth frá árinu 1970 byggir á orsakaflokkun og skiptir allri hryggsúlunni upp í tvær súlur. Fremri súlan samanstendur af fremra og aftara langbandi ásamt liðbolnum en aftari súlan samanstendur af einingum fyrir aftan aftara langbandið, frá stilk að hryggtindabandinu (e. supraspinal ligament). Heilleiki aftari súlunnar ákvarðaði stöðugleikann. [13] Denis betrubætti kenningu Holdsworth árið 1983 þar sem hann skipti hryggsúlunni í þrjár súlur: fremri, mið og aftari. Fremri súla Denis samanstendur af fremra langbandinu, fremri hluta liðbols og liðþófa, miðsúlan aftari hluta liðbols, liðþófa og aftara langbandi. Aftasta súlan tekur til sömu landamerkja og aftari súla Holdsworth. Brot sem eru með áverka á tveimur eða fleiri súlum teljast óstöðug og krefjast skurðaðgerðar en brot með taugaeinkennum krefjast alltaf skurðaðgerðar óháð fjölda brotinnar súla. [14]



Mynd 4. Samanburður á kenningum Holdsworth og Denis [15]

Greinilegt er að ekki gilda sömu lögmál hvað krafta og hreyfingar brjóst- og lendarhryggs og háls hryggs varðar og því eru deilur um hvor kenningin eigi betur við háls hrygginn, en svo virðist vera að tveggja súlu kenningin eigi jafnvel betur við háls hrygginn. [9]

### 1.5.2 TLICS og SLIC

Árið 2005 var Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score (TLICS) kynnt til sögunnar. [16] Kerfið tók til þriggja þátta: formfræði áverka, heilleika liðbanda milli liðbogapynna og liðtinda (e. Posterior Ligamentous Complex, PLC) og taugafræðilegs ástands sjúklings. Kerfið hefur undirflokkar í hverjum flokki og skalar eftir alvarleika. Fjöldi stiga er svo lagður saman og gefur mest tíu stig. Heildarstig gefa hugmynd um alvarleika áverkans og meðferð en áverkni sem skorar hærra en fjóra fær ábendingu á aðgerð. Ef margir áverkar eiga sér stað samtímis skal einungis skrá áverkann með hæsta stigafjöldann. [16]

Injury Category	Point Value
<b>Injury morphology</b>	
Compression	1
Burst	2
Translation or rotation	3
Distraction	4
<b>PLC status</b>	
Intact	0
Injury suspected or indeterminate	2
Injured	3
<b>Neurologic status</b>	
Intact	0
Nerve root involvement	2
Spinal cord or conus medullaris injury	
Incomplete	3
Complete	2
Cauda equina syndrome	3

Source.—Reference 11.

*Mynd 5. TLICS skalinn [17].*

Þar sem TLICS á við um brjóst- og lendarhrygg er ekki hægt að yfirfæra það algerlega á háls hrygginn. Árið 2007 var enn eitt flokkunarkerfið gefið út, „The Subaxial Cervical Spine Injury Classification system” (SLIC) sem á sérstaklega við neðri háls hrygg. Kerfið líkist TLIC en munurinn felst í að í stað heilleika PLC kemur nýr flokkur: heilleiki „discoligamentous complex” (DLC) þar sem DLC tekur til liðþófa, fremri og aftari langbanda, gulbands, millitinda- og hryggindabandinu ásamt liðpokum smáliðanna (e. facet joints). Þar er heilleiki DLC sagður í beinu sambandi við stöðugleika hryggsúlunnar þar sem tog- og skriðáverkar (e. distraction-translation) eru nánast alltaf á kostnað DLC. Skölun formfræði áverkans er örlítið öðruvísi en svipað stigakerfi gildir nema hér benda eitt til þrjú stig til meðferðar án skurðaðagerðar, við fjögur stig ræður skurðlæknir meðferðinni en fleiri en fimm stig benda til skurðaðgerðar. [18]

### 1.5.3 AO flokkunarkerfið

Það hefur verið stefna Landspítalans að nota alþjóðlega, staðlaða flokkunarkerfið AO (þ. Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen). AO tekur alla helstu þætti úr ofangreindum kerfum og setur saman í eitt heildstætt, auðskilið kerfi sem lýsir stigbundnum stöðugleika áverkans ásamt því að gefa vísbendingar um meðferðarval. AO auðveldar samskipti milli fagaðila og flokkun eftir alvarleika brots ásamt því að auðvelda skráningu. [19]

Í AO flokkunarkerfi eru til kóðar fyrir öll bein líkamans þar sem hryggurinn er númer 5 og háls hryggur fellur þar undir sem 51. Efri háls hryggur er sérstaklega merktur 51.X. [20] Kerfið metur þrjá mikilvæga þætti um áverkann: formfræði áverkans, taugafræðilegt ástand og aðra klínískt mikilvæga þætti. [19] Flokkun taugafræðilegs ástands er eins í öllu flokkunarkerfi AO og er mikilvægt að hafa til hliðsjónar þegar meðferð er valin. Taugafræðilegt ástand er táknað með N og skali fer frá N0-N4 þar sem N0 táknar engan taugaskaða en N4 fullkominn mænuskaða: [21]

Tafla 2. Skali fyrir taugafræðilegt ástand

<b>N0</b>	Enginn taugaskaði
<b>N1</b>	Ófullkomin rótareinkenni
<b>N2</b>	Fullkomin rótareinkenni
<b>N3</b>	Ófullkominn mænuskaði
<b>N4</b>	Fullkominn mænuskaði
<b>NX</b>	Ekki hægt að skoða sjúkling

## AO kerfi efri háls hryggjar

Árið 2022 lögðu Vaccaro et al til uppfærslu á flokkunarkerfi efri háls hryggjarbrota og vasaspjald sem sýnir flokkunarkerfið má sjá í viðauka 1. [21] Þar var skilgreint eftir galla vegna krafta (e. mechanical failure) í týpur A, B og C eftir stöðugleika brotsins:

Tafla 3. Áverkatýpur efri háls hryggjarbrota

<b>Týpa A</b>	Áverki á bein
<b>Týpa B</b>	Áverki á liðband
<b>Týpa C</b>	Tilfærsla liðþófa eða liðar vegna taps á líffærafræðilegum heilleika

Flokkað er eftir líffærafræði efri háls hryggjarins í þrjá flokka. Flokkur I tekur til hnjóts og C-C (craniocervical junction), flokkur II tekur til C1 og C1-C2 liðar, flokkur III tekur til C2 og C2-C3 liðar. Nokkrir flokkar geta átt við sama sjúkling en þá skal tilgreina alvarlegasta flokkinn fyrst. Týpa A er stöðugust og meðferð er því oftast án skurðaðgerðar. Týpa B getur verið stöðug eða óstöðug og hægt að meðhöndla með eða án skurðaðgerðar. Týpa C er alltaf óstöðug og krefst oft skurðaðgerðar. Tafla sýnir sundurliðun AO flokkunar á efri háls hrygg: [21]

Tafla 4. Sundurliðun AO flokkunarkerfis efri háls hryggjar

<b>Beinaáverkar: Týpa A</b>	
<b>IA</b>	Brot í gegnum hnakkabeinshnjót án tilfærslu C-C liðar
<b>IIA</b>	Eitt eða fleira brot á C1: boga C1, hliðarhlassa eða þvertinda
<b>IIIA</b>	Eitt eða fleira brot á C2 (standur, hryggjabolur, stilkur, aftari liðbogi) án liðbandáverka

<b>Liðbandaáverkar: Týpa B</b>	
<b>IB</b>	Ótilfærður liðbandaáverki á C-C mótum
<b>IIB</b>	Eitt eða fleira brot á C1, þ.m.t. sprengibrot með skaða á þverbandið
<b>IIIB</b>	Liðbandaáverki, oft vegna sundurslits við framsveigju sem orsaka óstöðugleika vegna sundrunar liðþófa og aftari langlægra liðbanda
<b>Tilfærsla liðþófa eða liðar vegna taps á líffærafræðilegum heilleika: Týpa C</b>	
<b>IC</b>	Aðskilnaður eða tilfærsla C-C móta
<b>IIC</b>	Snúningsáverki eða tilfærsla á AA lið
<b>IIIC</b>	Hliðrun liðbols C2 miðað við C3 með áverka á liðþófa

Flokkun annarra klínískt mikilvægra þátta er táknað með M og er á skalanum M1-M4: [21]

Tafla 5. Klínískt mikilvægir þættir efri háls hryggjarbrota

<b>M1</b>	Mikil hætta á vangróningi
<b>M2</b>	Möguleiki á óstöðugleika
<b>M3</b>	Sjúkrasaga sjúklings (t.d. aldur, reykingar, sjúkdómur í beinum)
<b>M4</b>	Æðaáverkar eða afbrigðileiki hálsslagæðar

## AO kerfi neðri háls hryggjar

Flokkunarkerfi neðri háls hryggjarbrota var endurskoðað árið 2016 af Vaccaro et al og vasaspjald sem sýnir flokkunarkerfið má sjá í viðauka 2. Týpur A-C eru ólíkar en við bætast týpu F áverka sem vísar til liðflatar og BL sem vísar til beggja liðflata: [22]

Tafla 6. Áverkagerðir neðri háls hryggjarbrota

<b>Týpa A</b>	Samanþjöppunarbrot fremri hluta hryggjaliðar með heilu liðbandi
<b>Týpa B</b>	Slit fremri eða aftari liðbanda vegna togs en ekkert skrið eða tilfærsla
<b>Týpa C</b>	Skrið eða tilfærsla eins liðbols í hvaða átt sem er
<b>Týpa F</b>	Liðflataráverkar
<b>Týpa BL</b>	Báðir liðfletir eru með eins áverka

Þar sem útlit og starf hryggjaliða neðri háls hryggjar er mjög svipað er ekki flokkað eftir staðsetningu eins og í efri háls hrygg. Aftur á móti er flokkað eftir alvarleika brots með tölustöfum en flokkar eru mismargir eftir týpum þar sem týpa A hefur fimm flokka en týpa C einungis einn: [22]

Tafla 7. Sundurliðun AO flokkunarkerfis neðri háls hryggjar

<b>Samþjöppunarbrot: Týpa A</b>	
<b>A0</b>	Engin/minniháttar brot. Einnig notað um central cord syndrome án brots
<b>A1</b>	Samanþjöppunarbrot einnar endaplötu án skaða á aftari hluta liðbols

<b>A2</b>	Brot í lóðréttu stefnu milli tveggja endaplata án aftari hluta hryggs
<b>A3</b>	Sprengibrot einnar endaplötu. Ef á afturhlið liðbols getur brotið þrengt að mænugöngum
<b>A4</b>	Fullþykktar sprengibrot milli tveggja endaplata
<b>Liðbandaáverkar: Týpa B</b>	
<b>B1</b>	Beinbrot vegna rofs á aftari liðböndum
<b>B2</b>	Algert rof eða aðskilnaður beina eða liðbandastrúktúra
<b>B3</b>	Aðskilnaður fremri strúktúra hryggjaliðar (liðbols eða liðþófa) vegna rofs á fremri liðböndum
<b>Tilfærsluáverkar: Týpa C</b>	
<b>C</b>	Tilgreina skal flokk og týpu áverka sem olli tilfærslu
<b>Liðflataráverkar: Týpa F</b>	
<b>F1</b>	Ótilfærður liðflataráverki
<b>F2</b>	Liðflataráverki sem gæti orðið óstöðugur
<b>F3</b>	Hliðarhlöss í lausu lofti vegna rofs á stílks og þynnu
<b>F4</b>	Liðskekking eða tilfærður liðflötur
<b>Áverkar beggja liðflata: Týpa BL</b>	
<b>BL</b>	Sama gerð áverka á báðum liðflötum á sama hryggjalið

Kerfið notar sama mat á taugfræðilegu ástandi (N) en ólíkt mat á klínískt mikilvægum þáttum (M): [22]

Tafla 8. Klínískt mikilvægir þættir neðri háls hryggjabrota

<b>M1</b>	Flókinn áverki á aftari liðbandastrúktúra eða liðþoka án algerrar sundrunar
<b>M2</b>	Varhugavert rask á hryggþófa
<b>M3</b>	Beinasjúkdómur
<b>M4</b>	Áverki á hálsslagæð

## Sérheiti brota samkvæmt AO

Til eru nokkur sérheiti sem eru enn notuð í rannsóknargreinum. Jefferson sprengibrot eru á leikanda sem brotnar þá yfirleitt í fjóra hluta eftir lóðréttu þjöppun og eru brotin talin vera óstöðug ef samanlögð gliðnun er meira en 6,9 mm. [23, 24] Samkvæmt AO flokkunarkerfinu flokkast Jefferson brot sem 51X IIA-C eftir alvarleika brotsins. Hangman brot verður við ofréttingu eða kraft í lóðréttu stefnu og er tvíhliða brot á stilk eða rót leikanda (C2) sem getur orsakað tilfærslu leikanda fram fyrir C3. [25] Hangman brot geta flokkast sem 51X IIIA-C eftir alvarleika. Tárðropabrot (e. teardrop fracture) eru oftast á C5 og verða við yfirbeygingu þar sem lítill biti brotnar frá liðbol að framanverðu og oft fylgir því tilfærsla liðbolar aftur á bak. [26] Þau flokkast sem 51A3 samkvæmt AO flokkunarkerfi. Clay Shoveler's brot verða á hryggstíndi og oftast á C7. [27] Þau flokkast sem 51A0 samkvæmt AO flokkunarkerfinu. Þá eru Anderson D'Alonzo brot á standlið flokkuð sem 51XIIIA.



## 1.6 Faraldsfræði háls hryggjarbrota

Háls hryggjarbrot eru ekki algeng en geta haft alvarlegar afleiðingar. Lítið sem ekkert er til af rannsóknum um háorkuáverka á háls hrygg þar sem flestar rannsóknir skoða öll háls hryggjarbrot, þar með talin beinþynningarbrot og lágorkubrot. Við lestur vísindagreina er ljóst að ef lítið er á aldur og kyn þeirra sem brotna eru tveir toppar í niðurstöðum: yngri karlmenn sem lenda í háorkuáverka og eldri konur sem lenda í lágorkuáverka. [28-30] Rannsókn frá Svíþjóð sýndi að nýgengi háls hryggjaáverka meðal karlmanna undir 25 ára hefur lækkað frá 20/100.000 í 5/100.000 á árunum 1989-1999. [31] Sænska rannsóknin sýndi að neðri háls hryggjarbrot voru algengari meðal yngra fólks en efri háls hryggjarbrot meðal eldra fólks. [31]. Karlar eru líklegri til að hljóta háorkuáverka en konur og eru sömuleiðis líklegri til að brotna á háls hrygg. [32, 33] Þá hljóta karlar alvarlegri áverka en konur. [34] Rannsókn Eyrúnar Örnú Kristinsdóttur frá 2014 leiddi í ljós að alls voru 155 brot á háls hryggjarliðum á tímabilinu 2007-2011. Af háls hryggjarbrotum var oftast brot á C7 eða í 24,5% tilfella en þar á eftir voru brot á C2 í 22,6% tilfella. [28] Rannsókn frá 1997 sýndi að algengast var að brotna á C2 eftir háorkuáverka. [35] Umferðaróhöpp orsökuðu 56,6% brota á neðri háls hrygg á Íslandi samanborið við 47,7% á efri háls hrygg. Þar á eftir orsökuðu föll 34,1% brota á efri háls hrygg en 27,6% brota á neðri háls hrygg. [28] Erlendar rannsóknir staðfesta að umferðaróhöpp eru algengasta ástæða háls hryggjabrota. [31, 36] Afleiðingar umferðaóhappa meðal 16-25 ára eru alvarlegri en í eldri hópum. [34] Í rannsókn Eyrúnar Örnú kemur fram að meðal 21-30 ára fólks sem hryggbrotnaði í rannsóknartímabilinu voru 64,7% brotanna vegna háorkufalla. [28] Í rannsókn Eddu Pálsdóttur frá 2013 um alvarlega hryggáverka eftir hestaslys á Íslandi voru alls 14 háls hryggjarbrot á tímabilinu. Flest brotanna á háls hrygg voru á C6, sex talsins, og þar af fjögur óstöðug brot. Þar á eftir voru þrjú brot á C1. [37]

Dánartíðni vegna háls hryggjarbrota er mismikil með tilliti til tíma. Í rannsókn frá 1979 voru 24% þeirra sem létust vegna bílslyss í Bandaríkjunum með háls hryggjaráverka, þar af voru 20 af 24 brotum á efri háls hrygg. [38] Sænsk rannsókn sýndi að dánartíðni háls hryggjarbrota lækkaði úr 9% árið 1987 í 4% árið 1998 en sú rannsókn skoðar einnig gögn um lágorkuáverka. [31] 14% þeirra sem hlutu háorkubrot á neðri háls hrygg í rannsókn frá 2010 létust. [33]



## **2 Markmið rannsóknar**

Lítið hefur verið gert af faraldsfræðilegum rannsóknum háls hryggjabrota og taka þær almennt fyrir bæði há- og lágorkubrot, þar með talin beinþynningarbrot. Tilgangur þessarar rannsóknar var að afla faraldsfræðilegra upplýsinga um háls hryggjarbrot orsökðu af háorkuáverka, meðhöndlun þeirra og afdrif sjúklinga.



### 3 Efniviður og aðferðir

Rannsóknin var aftursýn ferilrannsókn þar sem skoðuð voru gögn sjúklinga á tímabilinu 1998-2022 sem hlutu háls hryggjarbrot og leituðu á Landspítala. ICD-10 greiningarkóðar voru notaðir til að finna sjúklingahópinn í rafrænum sjúkraskrá, alls 901 kennitala. Ákveðnir ICD-10 greiningarkóðar og lágorkuáverkar voru hreinsaðir burt og eftir stóðu 323 kennitölur eftir sem uppfylltu skilyrði um háorkuáverka og höfðu ICD-10 greiningarkóðana S12.0, S12.1, S12.2, S12.7, S12.9, S13.0, S13.1, 13.2 og 13.6. Eftirfarandi breytur voru kannaðar: aldur, kyn, íslensk eða erlend kennitala, dagsetning innlagnar og útskriftar, dauðsfall vegna háls hryggjaráverka, orsök áverkans, aðrir áverkar samhliða háls hryggjarbroti, hvort sjúklingur hafi þurft að fara í aðgerð, taugaskaði og hvort sjúklingur þurfti aðgerð seinna. Þá var upplýsingum safnað um hvaða háls hryggjarliður var brotinn. Niðurstöður myndrannsókna voru skoðaðar í myndgreiningarforritinu Agfa og notaðar til að meta stöðugleika brots og flokka brotin eftir AO flokkunarkerfinu. Kennitölur þar sem ekki var nægilega mikið skráð um áverka voru ekki með í rannsókninni.

Skilgreining Landlæknis um háorkuáverka var endurbætt. Þá var settur yfirflokkurinn umferðaróhöpp sem innihélt árekstur, bílveltu, útafakstur, aftanákeyrslu, gangandi vegfarenda, bifhjólaóhapp, óhapp á hjóli og rafmagnshlaupahjólaóhapp. Bætt var við flokknum hestaslys, þar sem mekanískt líkjast þau bifhjólaslysum. Þar að auki voru íþróttaslys (trampolín og fimleikar) og skíða- og snjóbrettaslys sameinuð í nýja flokkinn frístundaslys. Tilfelli sem voru orsökðu af háorkuáverka en pössuðu ekki í ofangreinda flokka voru sett í flokkinn annað, þar með talið lóðrétt álag (t.d. við að stinga sér í sundlaug), fjórhjólalslys, líkamsárás, hliðarhögg, snjóflóð, vélsleðaslys og sjálfsvíg). Fylgt var eftir skilgreiningu Landlæknis um háorkufall.

Tafla 9. Endurbætt skilgreining háorkuáverka

Umferðaróhöpp	Hestaslys	Fall	Frístundaóhöpp	Annað
Árekstur			Íþróttáóhöpp	Lóðrétt álag
Bílvelta			Trampolín	Fjórhjólalslys
Útafakstur			Fimleikar	Líkamsárás
Aftanákeyrsla			Skíði og snjóbretti	Hliðarhögg
Gangandi vegfarandi				Snjóflóð
Bifhjólaóhapp				Vélsleðaslys
Óhapp á hjóli				Sjálfsvíg

### 3.1 Tölfræðiúrvinnsla

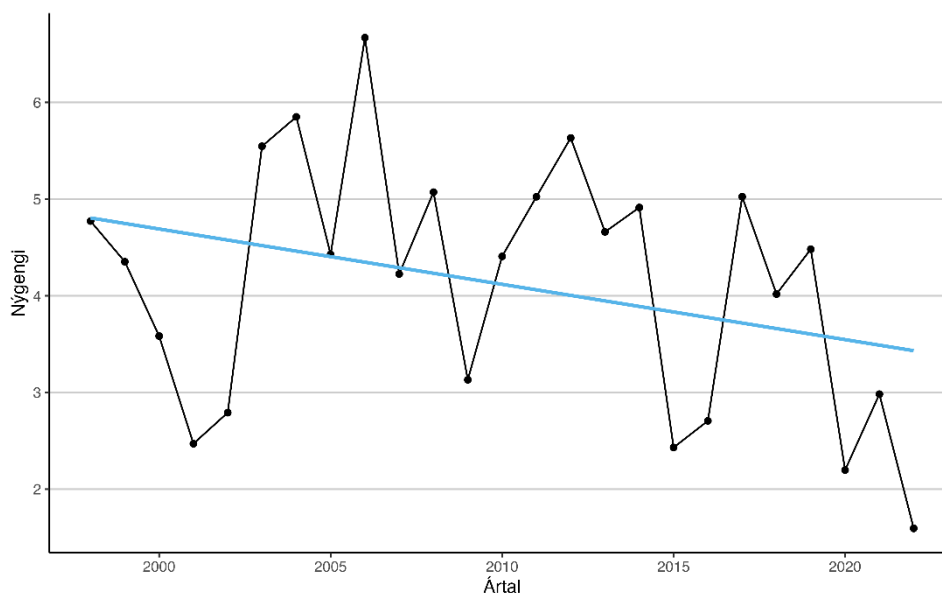
Að gefnu leyfi Siðanefndar- og Vísindarannsóknanefndar heilbrigðisrannsókna á Landspítala var gögnum úr rafrænum sjúkraskrá safnað í Excel þar sem kennitölum var síðan breytt í rannsóknarnúmer. Úrvinnsla gagna og útreikningar voru framkvæmd í tölfræðiforritinu R og í Excel. Meðaltöl voru sýnd ásamt staðalfrávik og miðgildi ásamt fjórðungsspönnum. Samanburður á meðaltölum var reiknaður með T prófi og einþátta ferveikagreiningu (ANOVA). Samanburður á hlutföllum ólíkra hópa var reiknaður með kí-kvaðrat prófi ef hópar voru nógu stórir en annars var notast við Fisher próf. Tölfræðileg marktækni var miðuð við  $p$  gildi  $< 0,05$  við alla tölfræðilega úrvinnslu.

## 4 Niðurstöður

### 4.1 Nýgengi, aldurs- og kynjadreifing

Á árunum 1998-2022 greindust 323 með háls hryggjarbrot á Landspítala vegna háorkuáverka. Rannsóknarhópurinn samanstóð af 208 körlum (64,4%) og 115 konum (35,6%). Ekki var marktækur munur var á kynjahlutföllum á milli ára ( $p=0,5367$ ). Meðalaldur var 39,9 ár (staðalfrávik 18,13, aldursbil 4-89 ára). Ekki reyndist marktækur munur á meðalaldri eftir kyni ( $p=0,7252$ ) en meðalaldur karla var 40,1 en meðalaldur kvenna var 39,4 ára. Alls voru 16,7% þátttakenda rannsóknarinnar með erlendar kennitölur, eða 54 manns. Ekki reyndist marktækur munur á fjölda einstaklinga með erlenda kennitölu eftir ártali ( $p=0,2824$ ).

Að meðaltali urðu 12,9 slys á hverju ári rannsóknartímabilsins og reyndist marktækur munur á fjölda slysa milli ára ( $p<0,001$ ). Árlegt nýgengi háls hryggjاربrotu á rannsóknartímabilinu var 4,12 á hverja 100 þúsund íbúa (412 á hverja milljón íbúa). Á mynd 6 má sjá myndræna framsetningu nýgensis á rannsóknartímabilinu með bestu línu.



Mynd 6. Nýgengi eftir ári

Tafla 10 sýnir grunnupplýsingar um rannsóknarhópinn þar sem borinn er saman aldur, legutími og þjóðerni eftir því hvort einstaklingar brotnuðu á efri eða neðri háls hrygg eða bæði. Einnig eru niðurstöður um aðgerðarþörf, taugaskaða, afdrif, aðra áverka, dauðsfall og stöðugleika. Meðal legutími var 12,4 dagar en miðgildi legutíma 5 dagar. Ekki var marktækur munur á legutíma eftir því hvort brot var á efri eða neðri háls hrygg eða bæði. Ekki reyndist heldur vera munur á legutíma eftir aldri ( $p=0,2913$ ). Sex dauðsföll voru vegna

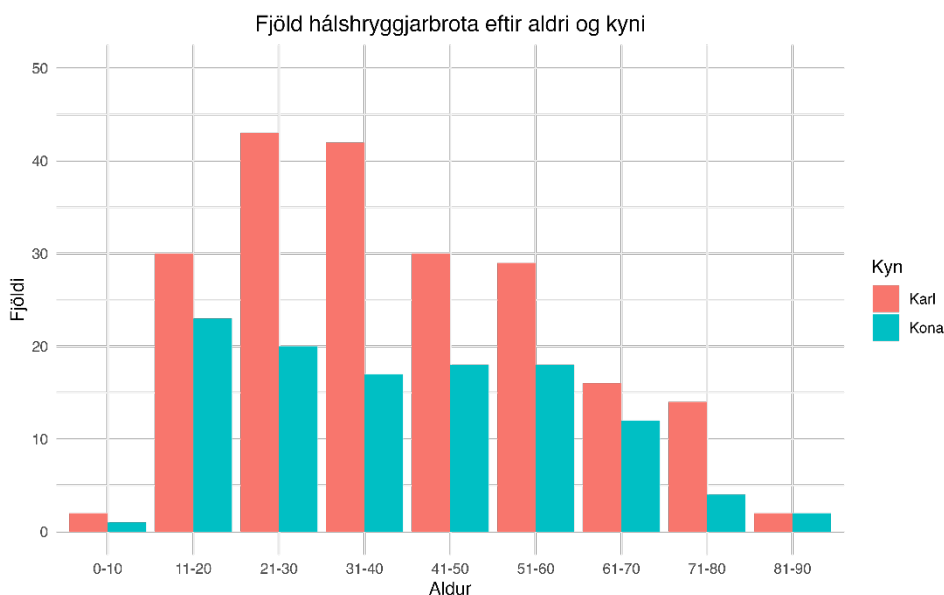
háls hryggjarbrots á tímabilinu (1,86%) og 66,7% þeirra voru vegna brots á efri háls hrygg. 28,5% allra hlutu einhvern taugaskaða.

Tafla 10. Grunnupplýsingar um rannsóknarhópinn

	Efri (N=78)	Neðri (N=209)	Bæði (N=36)	Allir (N=323)	P gildi
<b>Aldur</b>					
Mean (SD)	42.2 (20.7)	39.6 (17.5)	36.3 (15.2)	39.9 (18.1)	0.239
Median [Min, Max]	42.0 [4.00, 81.0]	38.0 [13.0, 89.0]	33.0 [12.0, 71.0]	37.0 [4.00, 89.0]	
<b>Legutími</b>					
Mean (SD)	13.3 (28.2)	12.0 (30.0)	12.9 (10.8)	12.4 (28.0)	0.92
Median [Min, Max]	5.50 [0, 182]	5.00 [0, 389]	11.0 [0, 43.0]	5.00 [0, 389]	
<b>Þjóð</b>					
Íslendingur	67 (85.9%)	169 (80.9%)	33 (91.7%)	269 (83.3%)	0.214
Erlend kennitala	11 (14.1%)	40 (19.1%)	3 (8.3%)	54 (16.7%)	
<b>Aðgerð</b>					
Ekki aðgerð	65 (83.3%)	141 (67.5%)	22 (61.1%)	228 (70.6%)	0.0133
Aðgerð	13 (16.7%)	68 (32.5%)	14 (38.9%)	95 (29.4%)	
<b>Taugaskaði</b>					
Enginn taugaskaði	70 (89.7%)	135 (64.6%)	26 (72.2%)	231 (71.5%)	<0.001
Taugaskaði	8 (10.3%)	74 (35.4%)	10 (27.8%)	92 (28.5%)	
<b>Afdrif</b>					
Þurfti ekki aðgerð seinna	75 (96.2%)	201 (96.2%)	35 (97.2%)	311 (96.3%)	0.951
Þurfti aðgerð seinna	3 (3.8%)	8 (3.8%)	1 (2.8%)	12 (3.7%)	
<b>Áverkar</b>					
Ekki aðrir áverkar	40 (51.3%)	93 (44.5%)	11 (30.6%)	144 (44.6%)	0.117
Aðrir áverkar	38 (48.7%)	116 (55.5%)	25 (69.4%)	179 (55.4%)	
<b>Dauðsfall</b>					
Ekki dauðsfall	74 (94.9%)	207 (99.0%)	36 (100%)	317 (98.1%)	0.0453
Dauðsfall vegna hálsbrots	4 (5.1%)	2 (1.0%)	0 (0%)	6 (1.9%)	
<b>Stöðugleiki</b>					
Óstöðugt	28 (35.9%)	87 (41.6%)	23 (63.9%)	138 (42.7%)	0.0168
Stöðugt	50 (64.1%)	122 (58.4%)	13 (36.1%)	185 (57.3%)	



Mynd 7 sýnir aldursdreifingu eftir kyni. Kynjahlutfall alls þýðisins var 1,81:1 þar sem karlmenn voru 64,4% rannsóknarhópsins. Karlmenn voru í meirihluta þeirra sem hlutu háls hryggjarbrot í öllum aldursflokkum nema hjá 81-90 ára þar sem kynjahlutföll voru jöfn. Flestir þátttakendur í rannsókninni voru á aldrinum 21-30 ára, eða 63 einstaklingar (19,5% allra sem hlutu háls hryggjarbrot). Fæstir féllu í 0-10 ára hópinn, eða 3 einstaklingar (0,9% allra sem hlutu háls hryggjarbrot).

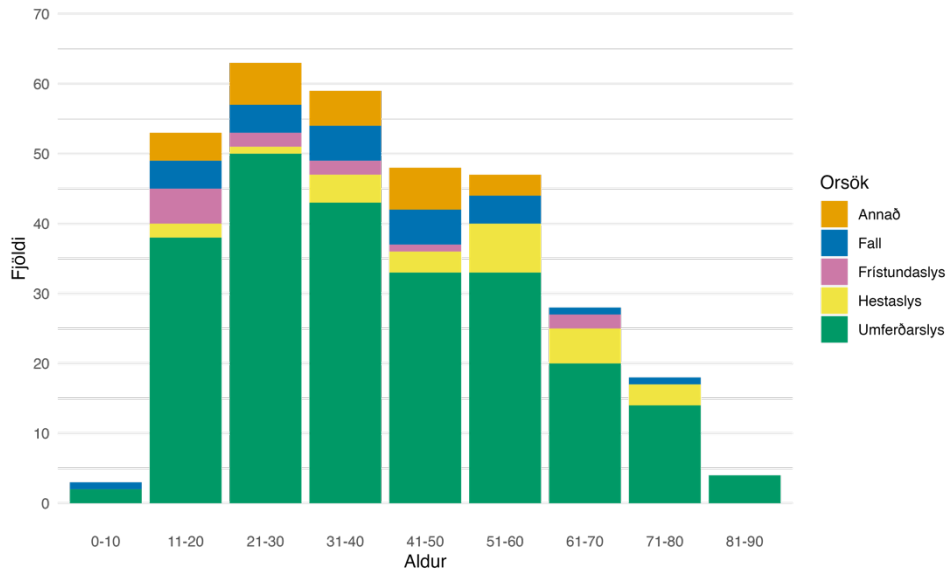


Mynd 7. Fjöldi háls hryggjarbrota eftir aldri og kyni

## 4.2 Orsakir áverka

Umferðaróhapp var algengasta orsök háls hryggjarbrota á rannsóknartímabilinu og orsakaði brot hjá 237 einstaklingum (73,4% þátttakenda rannsóknar). Algengustu umferðarslysin voru 135 bílveltur sem orsökuðu brot á háls hrygg hjá 57% þeirra sem lentu í umferðarslysi. Bílveltur orsökuðu þar með háls hryggjarbrot hjá alls 41,8% þátttakenda. Marktækur munur var á fjölda fólks með erlenda kennitölu sem lenti í bílveltu samanborið við fjölda fólks með íslenska kennitölu ( $p=0.0012$ ) þar sem 63% erlendra kennitala sem hlutu háls hryggjarbrot lentu í bílveltu samanborið við 37,5% þeirra sem eru með íslenska kennitölu. Ekki reyndist þó marktækur munur á líkindum þess að erlend kennitala fari í aðgerð samanborið við íslenska kennitölu ( $p=0,4356$ ). Föll og hestaslys voru næstalgengustu ástæður brotanna með 25 tilfelli hvor (7,7% hvor).

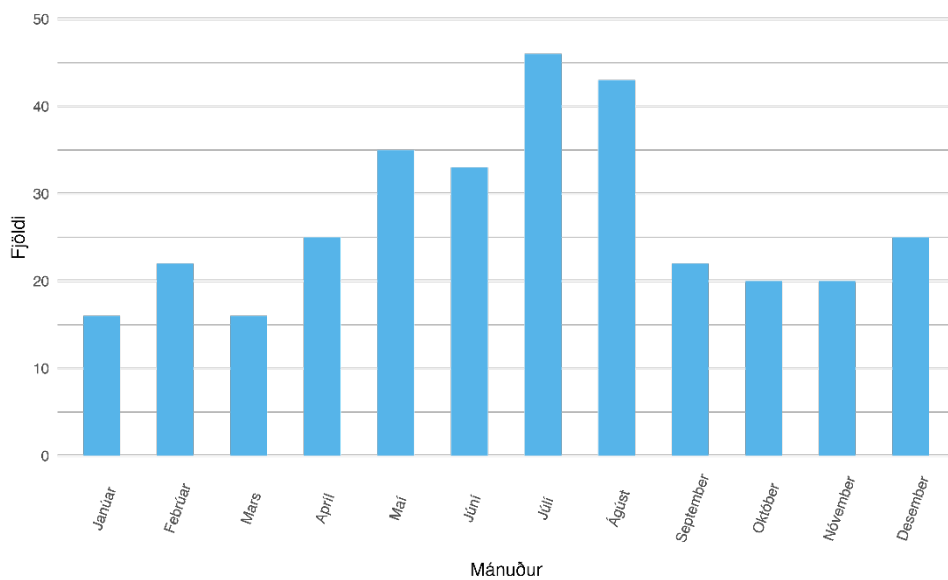
Lægsti meðalaldurinn var í hópnum sem lenti í íþróttaslysi (23,8 ára, 30,6 hjá öllum sem lentu í frístundaóhappi) en elstir voru þeir sem lentu í hestaslysi (50,7 ára). Marktækur munur var á aldersmun milli orsaka ( $p=0,04102$ ). Mynd 8 sýnir orsakadreifingu eftir aldri. Konur lentu oftast í aftanákeyrslum, hestaslysum og íþróttaslysum en karlar. Í öðrum flokkum voru karlar í meirihluta, að undanskildum gangandi vegfarendum og árekstri þar sem kynjahlutföll voru hlutfallslega jöfn.



Mynd 8. Orsakir áverka eftir aldri

### 4.3 Tímasetning áverka

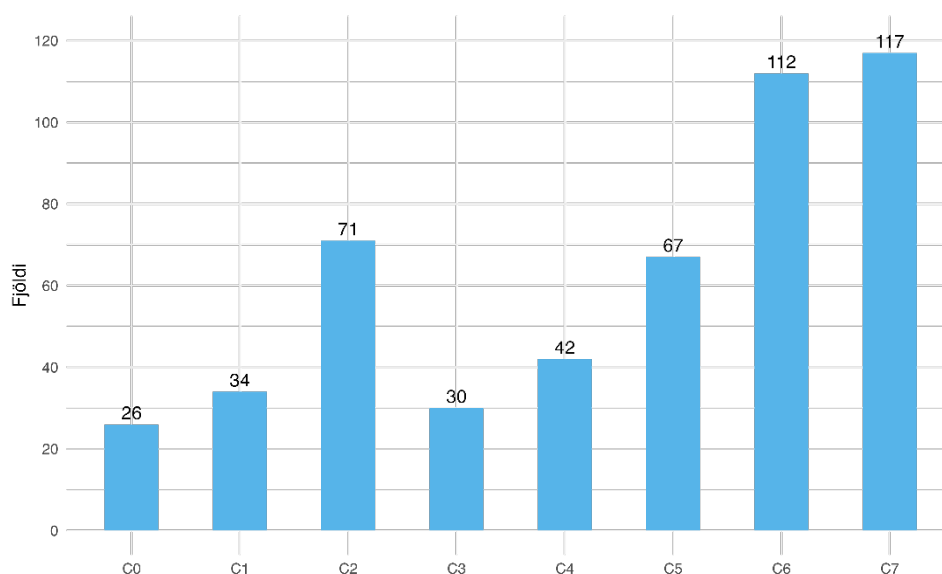
Flest slys áttu sér stað árið 2006 (20 tilfelli, 6,1%) en næst flest voru slysin árið 2018 (18 tilfelli, 5,5%). Mynd 9 sýnir fjölda slysa eftir mánuði. Flest slysa áttu sér stað í júlí (46 tilfelli, 14,2%) og ágúst (43 tilfelli, 13,3%).



Mynd 9. Fjöldi slysa eftir mánuði

## 4.4 Staðsetning brota

Alls voru 499 brotnir háls hryggjarliðir hjá þeim sem hálsbrotnuðu á rannsóknartímabilinu. Mynd 10 sýnir fjölda brotanna háls hryggjarliða eftir staðsetningu. Flestir brotnuðu á C7 (23,4% allra brotanna liða, 31,8 % af neðri háls hrygg) og þar næst C6 (22,4% allra brotanna liða, 30,4% af neðri háls hrygg). Þegar efri háls hryggur er skoðaður sérstaklega var C2 sá liður sem brotnaði oftast (54,2%). 128 voru með fleiri en einn brotinn háls hryggjarlið (39,6%). Þeir sem lentu í bilveltu brotnuðu oftast á C6 (50 tilfelli) en þeir sem lentu í árekstri brotnuðu oftast á C2 (15 tilfelli). Einstaklingar sem lentu í hestaslysi brotnuðu oftast á C6 eða C7 (8 tilfelli hvor liður) eða C1 eða C2 (7 tilfelli hvor liður). Hæsta hlutfall taugaskaða var við brot á C6 (43,8%) og þar næst C5 (45,3%).



Mynd 10. Fjöldi brotanna háls hryggjarliða

## 4.5 AO flokkunarkerfi

Alls setti rannsakandi 513 AO flokkunarkóða fyrir alla 499 brotnu liðina. 125 einstaklingar fengu fleiri en einn AO kóða. Því er erfitt að segja til um einstaka sjúklinga heldur er hér skýrt frá fjölda skráninga. Tafla 12 sýnir fjölda skráningar fyrir hvern AO flokk.

C0 fékk oftast flokkunarkóðann IA (19 skráningar), C1 fékk oftast IIA (25 skráningar) og C2 fékk oftast IIIA (50 skráningar). Enginn fékk kóðann IIIB. 12 manns með brotinn C2 fengu kóðann IIIC. C7 fékk oftast flokkunarkóðann A0 (68 skráningar) sem var jafnframt algengasti flokkunarkóðinn fyrir neðri háls hrygg með samtals 121 skráningu en 70 voru með A0 og annan kóða samtímis. Þar að auki fengu einstaklingar sem lentu í umferðarslysi oftast A0 (88 skráningar) og þar næst F4 (42). Sama mynstur á við þá sem lentu í bilveltu (A0: 51, F4: 26). Þeir sem lentu í árekstri fengu oftast IIIA eða A0 (9 skráningar hvor).

Tafla 11 sýnir algengasta og næst algengasta greiningarkóða eftir staðsetningu.

Tafla 11. AO greiningarkóðar eftir staðsetningu

	Algengasti kóðinn	Fjöldi	Næst algengasti kóðinn	Fjöldi
C0	IA	19	IB & IIA	4
C1	IIA	25	IIC	6
C2	IIIA	50	IIIC	12
C3	A0	16	F1 & F4	6
C4	A0	24	F1	10
C5	A0	32	F4	18
C6	A0	57	F4	39
C7	A0	68	F4	31

C7 var sá liður sem oftast fékk greiningarkóðann A4 (6 skráningar), þar á eftir var greiningarkóðinn næst oftast skráður á C6 (4 skráningar). C5 var algengasti liðurinn til að fá C kóðann (6 skráningar). C6 var sá liður sem fékk oftast greiningarkóðann F4 (39 skráningar) en þar á eftir var C7 (31 skráningar). Sama mynstur átti við um greiningarkóðann BL þar sem flestar greiningar voru skráðar á C6 (23 skráningar) og næst flestar greiningar voru skráðar á C7 (19 skráningar). 25 einstaklingar voru bæði með kóðana F4 og BL sem er 65,8% af öllum með BL. AO kóðinn IB var með lengstan legutíma að meðaltali (33,8 dagar) en þar á eftir var BL einnig með langan legutíma (26,1 dagar). IC var með stysta legutímamann (6 dagar) og þar næst kom F1 (6,6 dagar).

## 4.6 Aðgerðir

Alls fóru 95 einstaklingar í aðgerð vegna hálsbrots. Allir sem voru með A4 fóru í aðgerð eða átta manns og sá eini sem fékk IIB fór í aðgerð (100% þeirra sem fengu kóðana). 52 sem voru með kóðann F4 fóru í aðgerð (86,7%). Einnig var hátt hlutfall aðgerðar hjá þeim sem fengu greiningarkóðann B2, (3 manns, 75%), C (8 manns, 72,7%) og BL (27 manns, 71,1%). 22 af þeim 25 (88%) sem voru bæði með kóðana F4 og BL fóru í aðgerð. Tafla 12 sýnir fjölda skráninga fyrir hvern AO flokk ásamt þeim sem þurftu að fara í aðgerð.

## 4.7 Stöðugleiki

185 brotanna voru metin stöðug af rannsakanda (57,3%) en 138 voru metin óstöðug (42,7%). Markverður munur var á stöðugleika brotsins eftir því hvort brot var á efri eða neðri hálshrygg, eða bæði ( $p=0,01675$ ). Þá var marktækur munur á aðgerðarábendingu eftir stöðugleika brotsins ( $p<0,001$ ). 66,7% óstöðugu brotanna fóru í aðgerð samanborið við 1,6% stöðugu brotanna. 2 af þeim 12 sem þurftu aðgerð seinna voru fyrst talin vera með stöðugt brot en hinir 10 sem þurftu aðgerð seinna voru með óstöðug brot. C6 fékk oftast úthlutaða óstöðuga greiningu (56 tilfelli) og þar næst var C7 (49 tilfelli). Af AO flokkum fyrir efri hálshrygg voru IIB og IIC óstöðugir í öllum tilfellum. 91,7% IIIC kóðanna voru óstöðugir en flest dauðsföllin voru í þeim flokki (þrjú talsins) og 58,3% þeirra hlutu taugaskaða. Einnig var hátt hlutfall óstöðugleika hjá IB, 80%. Af AO flokkum fyrir neðri hálshrygg voru A4, B1 og B2 óstöðugir í öllum tilfellum. Þá voru 95% tilfella F4 óstöðug samanborið við 90,9% C kóðanna. Í viðauka 4 má sjá mynd þar sem stöðugleiki er borinn saman eftir AO flokk.

Tafla 12. AO kóðar og aðgerðir

Staðsetning	Flokkur	Fjöldi	Aðgerð	% Aðgerð
Efri háls hryggur	IA	19	1	5,3%
	IB	5	1	20,0%
	IC	2	1	50,0%
	IIA	25	5	20,0%
	IIB	1	1	100,0%
	IIC	9	5	55,6%
	IIIA	50	12	24,0%
	IIIB	0	0	0,0%
	IIIC	12	6	50,0%
Neðri háls hryggur	A0	121	34	28,1%
	A1	23	8	34,8%
	A2	13	8	61,5%
	A3	25	7	28,0%
	A4	8	8	100,0%
	B1	1	0	0,0%
	B2	4	3	75,0%
	B3	9	5	55,6%
	BL	38	27	71,1%
	C	11	8	72,7%
	F1	45	3	6,7%
	F2	13	3	23,1%
	F3	17	4	23,5%
	F4	60	52	86,7%



## 5 Umræða

Með rannsókninni hefur verið tekin saman faraldsfræði háls hryggjarbrota eftir háorkuáverka sem komu á Landspítala á 25 ára tímabili. Ekki er vitað um aðrar íslenskar rannsóknir um hryggbrota eftir háorkuáverka eingöngu.

### 5.1 Nýgengi

Nýgengi háls hryggjarbrota sem komu á Landspítalann á árunum 1998-2022 er 4,12 á hverja 100 þúsund íbúa. Það reyndist rannsakanda mjög erfitt að finna sambærilegar rannsóknir þar sem inntökuskilyrði voru að einstaklingur hafi lent í háorkuáverka. Því er erfitt að bera nýgengi háls hryggjarbrota á Íslandi saman við nýgengi erlendis. Þegar nýgengi í rannsókn Eyrúnar Örnú frá 2014 er umreiknað reynist nýgengi háls hryggjarbrota vera 7,60 á hverja 100.000 íbúa. Sú rannsókn hafði sambærilega skilgreiningu á háorkuáverka að undanskildum föllum sem voru skilgreind sem lág (<1 m), há (1-5 m) og háorkuföll (>5 m). Því tók sú rannsókn mun stærra þýði, enda voru mun fleiri eldri einstaklingar í þeirri rannsókn. Ef rannsakandi reiknar nýgengi háls hryggjarbrota vegna háorkuáverka á sama tímabili og fyrrgreind rannsókn fæst 4,37 á hverja 100.000 þar sem umferðaróhapp er algengasta orsök, nánar tiltekið bílvelta. Munurinn felst því sennilega í fjölda lágorkufalla sem voru mörg í rannsókn Eyrúnar: 66,4% voru lág föll og 25,3% há föll. [28] Þá ber að varast að skilgreining hæðar háu fallanna hjá Eyrúnu Örnú skarast við hæð sem hér var metin sem lágorkufall og því ekki tekin með í rannsókn.

Þegar mynd 6, sem sýnir nýgengi eftir ári, er skoðuð er ljóst að nýgengi fer lækkandi með árunum. Þegar litið er á fjölda slysa á ári er ljóst að fjöldi slysa fækkar hægar en nýgengið. Sennilega útskýrir fjölgun Íslendinga á tímabilinu muninn og gögn frá Hagstofu Íslands um mannfjölda staðfesta það.

Ekki er víst hvers vegna nýgengi var svo hátt árið 2006 (6,67 á hverja 100 þúsund íbúa) líkt og sést á mynd 6. Árið 2006 voru vissulega fleiri bílveltur borið saman við 2004 og 2005. [39] Eins og sést á sömu mynd er nýgengi lágt tvö ár í röð á tveimur tímabilum, 2001-2002 og 2015-2016. Ekki er víst hvers vegna svo er en mögulega hafa forvarnir skilað sér í færri óhöppum, þá sérstaklega umferðaróhöppum. Veturinn 2015-2016 var mikil fjölgun ferðamanna á landinu og kom því á óvart hve fá umferðaróhöpp voru á tímabilinu hjá einstaklingum með erlenda kennitölu. Óvíst er hvers vegna það skilar sér ekki í gögnunum.

Þegar nýgengi í rannsókn Eddu Pálsdóttur frá 2013 er umreiknað er nýgengi háls hryggjarbrota vegna hestaslysa 0,30 á hverja 100.000 íbúa en Edda skoðaði tímabilið 1995-2012. Þegar nýgengi á núverandi rannsóknartímabili er reiknað sérstaklega fyrir hestaslys á tímabilinu er nýgengið 0,32 á hverja 100 þúsund íbúa. [37] Nýgengi hestaslysa þessara tímabila er þar með mjög sambærilegt.

## 5.2 Kynja- og aldursdreifing

Karlmenn voru í meirihluta þeirra sem hlutu háls hryggjarbrot á tímabilinu og sömuleiðis voru karlmenn í meirihluta í flestum orsakaflokkum. Það er sambærilegt við kynjahlutfall annarra rannsækenda. [28, 40, 41] Karlar eru í meirihluta þeirra sem slasast í umferðinni óháð orsök og eru sömuleiðis í meirihluta þeirra sem valda óhöppum. [39] Flestir karlanna voru á þrítugs- og fertugsaldri sem samræmist erlendum rannsóknum. [40, 42]. Ekki er víst hvers vegna hlutfall kvenna var hærra í aftanákeyrslum og hestaslysum. Þegar íþróttaslysin, undirflokkur frístundaslysa, eru skoðuð má sjá að þar falla trampolín- og fimleikaóhöpp undir. Þetta samræmist gögnum Íþróttá- og Ólympíusambands Íslands (ÍSí) um iðkun íþróttá eftir kyni. [43] Þegar litið er á mynd 7 má sjá að konur voru flestar á tvítugsaldri. Sá hópur stundar oft íþróttir, sem skýrir frístundaslysin. Á tvítugsaldri læra flestir að keyra sem útskýrir sennilega mjög mörg umferðaróhöpp í þessum aldursflokkum, óháð kyni.

## 5.3 Orsakir

Umferðaróhöpp voru langalgengasta orsök háls hryggjarbrots á tímabilinu (73,4%) og þá sérstaklega bílveltur. Þetta er heldur hærra hlutfall umferðaróhappa ef borið er saman við Íraska rannsókn þar sem hlutfallið var 50%. [42] Staðreyndin að umferðaróhöpp eru algengasta orsök háls hryggjarbrota samræmist samt sem áður öðrum erlendum rannsóknum. [31, 36] Þegar litið er sérstaklega á fjölda þeirra sem háls brotnuðu vegna umferðaróhapps á tímabilinu er ljóst að fjöldi þeirra fer fækkandi, hægt og rólega. Þegar litið er á gögn frá Hagstofu Íslands og Samgöngustofu um öll umferðaróhöpp á tímabilinu 1998-2021 er mjög greinilegt að umferðaróhöppum fer fækkandi með árunum. Lækkandi tíðni umferðaróhappa á tímabilinu er sennilega að þakka miklu forvarnarstarfi Samgöngustofu um umferðaröryggi og bílbeltanotkun. Þessi lækkandi tíðni skilar sér í örlítilli fækkun á tilfellum háls hryggjarbrota. Samt sem áður fer háls hryggjarbrotunum ekki eins hratt fækkandi líkt og umferðaróhöpp en tilfelli eru samt svo fá að það er erfitt að sjá raunverulega breytingu (sjá mynd í viðauka 3).

Eins og kom fram í niðurstöðum voru einstaklingar með erlendar kennitölur 16,7% allra sem voru með háls brot á tímabilinu. Hátt hlutfall þessa hóps lenti í bílveltu. Samkvæmt gögnum Samgöngustofu voru ferðamenn 5,2% allra sem lentu í umferðaróhappi árið 2022 en árið 2017 voru ferðamenn 17% allra sem lentu í umferðaróhappi. Árið 2017 voru 31% þeirra sem létust með þeim hætti erlendir ferðamenn. [39, 44] Óvíst er hvernig áverkar eru algengastir meðal þessa hóps en háls brot telst vera alvarlegur áverki. Sökum þess að flestir ferðamenn sem hljóta háls hryggjarbrot hafa lent í bílveltu er hægt að álykta að bæta þyrfti fræðslu til að auka umferðaröryggi þessa hóps og jafnvel þarf meiri undirbúning fyrir þá til að aka í erfiðum aðstæðum. Þessi rannsókn spannar 25 ára tímabil en nú eru til heimasíður og upplýsingabæklingar sem bílaleigur eiga að benda ferðamönnum á, en óljóst er hve mikil fræðslan var á fyrri hluta rannsóknartímabilsins. [45] Því verður spennandi að sjá hvort niðurstöður rannsókna og skýrsla framtíðarinnar munu benda á aukið öryggi hjá þessum hópi ökumanna.

Í norski rannsókn frá 2022 voru reiðhjóláóhöpp algengari en óhöpp tengd bílum. Höfundar rannsóknar ályktuðu að forvarnir fyrir akandi vegfarendur hafi dregið úr tíðni miðað við fyrri rannsóknir, en að ekki hafi verið lögð jafn rík áhersla á öryggi hjólreiðafólks í umferðinni. [46] Hjólreiðar Íslendinga hafa aukist hratt á síðustu árum. Árið 2022 var fyrsta árið síðan



1973 þar sem fleiri létust eftir óhapp á hjóli en í bíl óháð orsök. [39] Ljóst er að fjöldi hjólaóhappa sem valda háls hryggjarbroti á Íslandi er ekki eins mikill og í norsku rannsókninni. Samt sem áður er ljóst að líkt og í Noregi er ekki eins rík áhersla á forvarnarstarf gagnvart hjólreiðafólki og með fjölgun hjólreiðafólks er því hættu á fleiri óhöppum á næstu árum.

Hestaíþróttir voru þriðja vinsælasta íþróttagreinin árið 2017. [43] Sjá má á mynd 8 um orsakir eftir aldri að hestaóhöpp gerast í öllum aldursflokkum nema hjá þeim elstu og yngstu. Oftast eru óhöppin hjá fólki á sextugs- og sjötugsaldri. Þetta samræmist gögnum frá ÍSÍ þar sem tveir aldurstoppar eru áberandi: Unglingar og fólk á sextugs- og sjötugsaldri. Seinni hópurinn er sennilega líklegri til að fara í lengri túra og á sama tíma líklegri að hafa áfengi við hönd, þó að gögnum um slíkt hafi ekki verið safnað í rannsókninni. Einnig samræmast gögn rannsóknarinnar um kyn við skýrslu ÍSÍ þar sem konur voru fleiri í yngri aldursflokkum og karlar í eldri. [43]

Föll eru nánast jafn algeng meðal þeirra sem voru 11-60 ára eins og sjá má á mynd 8. Orsök háa fallsins var ekki tekin saman en rannsókn Eyrúnar Örnú leiddi í ljós að í þriðjungi tilfella háorkufalla var um að ræða vinnuslys. [28] Vinnuslys gætu því útskýrt hluta fallanna, sérstaklega eftir tvítugt. Sú ástæða útskýrir samt ekki ástæðu falla meðal þeirra sem eru undir tvítugu. Sumir unglingar eru aftur á móti ævintýragjarnir og eiga til að klifra upp á þök og stunda annars konar áhættusama hegðun.

Hvað börnin sem hlutu hálsbrot á tímabilinu varðar, þá lentu þau oftast í umferðarslysum og þar næst í frístundaslysum. Þetta eru sambærilegar niðurstöður erlendra rannsókna. [47] Margir á tvítugsaldi eru byrjaðir að læra að keyra og eru ekki orðnir jafn öruggir og eldri öikumenn í umferðinni sökum reynsluleysis. Því má álykta að mörg umferðaróhappanna hjá þessum aldursflokki séu vegna þess hve stórt hlutfall þeirra eru nýir öikumenn. Aftur á móti eru börn rúmlega 11-13 ára ekki endilega orðin nógu stór til að sitja í framsætum bíla og þar með verndar loftpúði ekki þessi börn, heldur er púðinn mögulega líklegri til að skaða þau. Börn sem eru undir 10 ára eru sennilega líklegri til að vera í réttum öryggisbúnaði og bílstólum.

## 5.4 Staðsetning brota

Þegar mynd 10 um fjölda brotanna háls hryggjarliða er skoðuð kemur í ljós ákveðið mynstur þegar borið er saman efri og neðri háls hryggur þar sem neðsti hryggjarbolurinn á hvoru svæðinu (C2 og C7) er oftast brotinn. Þetta sama mynstur er algengt í öðrum rannsóknum. [28, 41, 42]. Þó kom á óvart að fjöldi þeirra sem brotnuðu á C6 voru nánast jafn þeim sem brotnuðu á C7.

Þeir sem lentu í bílveltu brotnuðu oftast á C6. Það samræmist kenningu um yfirbeygju- og réttu, svokallað „whiplash“. [48] Ekki er víst hvers vegna þeir sem lentu í árekstri brotnuðu oftast á C2. Mögulega var í þeim tilfellum einn hnykkur á hlið bílsins sem orsakaði að standurinn brotnaði af og að loftpúðarnir hafi ekki virkað eða verið til staðar. Í kínverskri rannsókn frá 2016 um hryggbrot eftir bílslys kom í ljós að C2 var algengasti liðurinn til að brotna og C6 var næstalgengastur. Sú rannsókn gerði samt sem áður ekki greinarmun á bílveltu og árekstri og í umræðu rannsóknarinnar nefna höfundar að umferðarreglur þar í landi séu ekki strangar. [49]

Sú staðreynd að þeir sem brotnuðu eftir óhapp á hestbaki brotnuðu oftast annað hvort á C6 eða C7 eða þá C1 eða C2 sem er nokkurn veginn sambærilegt við niðurstöður Eddu Pálsdóttur um hestaslys. Flestir í rannsókn Eddu brotnuðu á C6 og þar næst á C1. [37] Þegar velt er fyrir sér kröftum sem verða þegar einstaklingur dettur af hesti má skipta þeim í tvo flokka: áslægt álag og/eða yfirbeygju- eða yfirréttuáverkar. Hægt er að álykta að brot þar sem hestamaður dettur beint á höfuð með/án yfirbeygju- eða yfirréttu orsaki áverka á efri háls hrygg en ef eingöngu verður yfirbeygja eða yfirréttu á hálsi er líklegra að hljóta brot á neðri háls hrygg.

Hvað taugaskaða varðar var hátt hlutfall taugaskaða við brot á C5 og C6. Alls voru 28,5% með einhvern taugaskaða en við úrvinnslu gagna var ekki gerður greinarmunur á mið- og úttaugaeinkennum. Þetta er heldur hærra hlutfall en í norski rannsókn þar sem hlutfallið var 15% en sú rannsókn tók einnig fyrir lágorkubrot. [50]

## 5.5 AO flokkunarkerfi

Þegar litið var á niðurstöður um úthlutun AO flokkunarkóða kom ekki á óvart að A0 var algengasti kóðinn, enda voru mörg brot sem sluppu vel og voru ekki alvarleg. Því kom ekki á óvart að meirihluti A0 brotanna var stöðugur. Það kom heldur ekki á óvart að brot á liðflötum að flokki F voru næst algengust fyrir neðri háls hrygg. Hægt er að álykta að tilfærsla liðbols sé ólíklegri ef ekki verður brot á liðfleti, og þar með þykir rannsakanda eðlilegt að C flokkur væri svo sjaldgæfur. Þá kom á óvart hve fáir fengu brot sem flokkað var í flokk B. Mögulega voru þessi brot vangreind þar sem segulómmyndir (MRI) voru ekki skoðaðar og liðbandaáverkar koma helst fram á slíkum myndum. [51] Því var slík greining eingöngu gefin þegar liðbandaáverki var staðfestur í svari röntgenlæknis við segulómmynd. Í sumum tilfellum var grunur um liðbandaáverka vegna eðlis brotsins en ekki var hægt að gefa kóðann nema grunurinn væri staðfestur.

Þegar alvarlegustu kóðarnir eru skoðaðir (síðasta lína fyrir hverja típu áverka) kom í ljós að 12 manns fengu IIC sem bendir á tilfærslu C2-C3 liðar þar sem sá áverki felur í sér hættu á ferlömum (e. tetraplegia) og lömum þindarinnar. [52, 53] 91,7% þeirra voru með óstöðug brot og 58,3% hlutu einhvern taugaskaða. Hlutfall dauðsfalla hjá þessum hópi var mjög hátt (50%). Það kom ekki á óvart að C6 og C7 væru líklegastir að fá svo marga F4 og BL kóða eins og raun bar vitni. Í rannsókn frá 2001 kom fram að tilfærsla væri líklegust á bilunum C5-C6 eða C6-C7 en samtals voru brot á þessum liðbilum 48,48% allra tilfærsla í rannsókninni. [54] Slíkur áverki er auljóslega alvarlegur og þarf mikinn kraft til að valda slíkum áverka en á eftir A0 fengu bílveltur næstoftast kóðann F4. Í 70 tilfellum fékk einstaklingur einhvern áverka en þar að auki kóðann A0, sem var þá minniháttar í samanburði við aðra áverka sem einstaklingurinn hlaut, enda var A0 oftast stöðugur.

Þegar legutími kóðanna var borinn saman kom ekki á óvart hve hár legutími var meðal þeirra sem hlutu BL en það kom á óvart hve hár legutíminn var fyrir IB. Einnig kom á óvart hve stuttur legutíminn var fyrir IC þar sem það er alvarlegur áverki. Samt sem áður er hægt að álykta að legutími sé nokkurn veginn í samræmi við alvarleika áverka.

### 5.5.1 Aðgerðir

Almennt séð fá brot sem flokkast stöðug kraga, mjúkan eða stífan. Kraginn er helst til verkjastillingar. Við brot sem flokkast óstöðug og fá ábendingu á aðgerð er sett Halo festing

við efri háls hryggjaráverka eða lokuð eða opin réttng. Ef slíkt brot er á neðri háls hrygg er gerð innri festing með plötu, skrúfum, vírum og stöngum.

Hvað alvarlegu flokkunarkóðana varðar (síðustu í hverri línu) er áhugavert að skoða hlutfall þeirra sem fóru í aðgerð í töflu 12. Eins og kom fram í niðurstöðum fór sá eini sem hlaut IIB brot í aðgerð. Hátt hlutfall þeirra sem fengu IC, IIC og IIIC fóru í aðgerð, enda alvarlegur áverki líkt og F4 í neðri háls hrygg.

Þeir sem fengu F4 voru líklegir til að fara í aðgerð, enda voru þeir sem hlutu slíkt brot með óstöðugt brot í 95% tilfella. Ef BL fylgdi jókst fjöldi sem fór í aðgerð upp í 88%. Allir sem fengu A4 fóru í aðgerð, enda mjög alvarlegur áverki sem er í eðli sínu óstöðugur. Það hlýtur að teljast eðlilegt að þeir sem fengu A2 fóru margir í aðgerð, enda getur aftari hluti liðbolsins þrengt að mænunni. Ef einstaklingar hlutu A3 áverka er áverkinn mögulega óstöðugur ef brotið er á afturhlíð liðbolar af sömu ástæðu. Því má draga þá ályktun að aðgerðarþörf passar við alvarleika áverka og óstöðugleika.

### 5.5.2 Kostir og gallar AO

AO flokkunarkerfi efri háls hryggjar er mjög auðskilið og reynist mjög þægilegt að flokka eftir staðsetningu. Kerfið býður upp á ákveðna stigun eftir alvarleika sem er sambærilegt milli flokka og þar með staðsetningar brots. Gott væri að fá nánari skýringu á broti á standi líkt og er gert í kerfi D'Alonzo um brot á standi.

Flokkunarkerfi neðri háls hryggjar hafði kosti og galla. Rannsakanda þótti gott að geta flokkað eftir tegund áverkans. Tegund áverka voru heldur margar, enda getur áverkinn verið flókinn, en þá reyndust vasaspjöld frá AO vel til að flokka brot (sjá viðauka 1 og 2). Rannsakanda reyndist stundum erfitt að gera greinarmun á C og F4. Rannsakandi túlkaði C sem tilfærslu liðar án brots en F4 sem tilfærslu með broti á liðfleti. Gott væri ef kerfið myndi bjóða upp á skýra flokkun eftir staðsetningu eins og flokkunarkerfi efri háls hryggjar en sökum þess hve líkir liðir neðri háls hryggjar eru innbyrðis er skiljanlegt að gera ekki greinarmun á því. Ef tilgreina á flokkun fullkomlega eins og lýst er í inngangi er neðri háls hryggur merktur 51 samkvæmt AO kerfinu en efri háls hryggur 51.X. Þar sem flokkunarkerfi efri háls hryggjar býður upp á lýsingu á staðsetningu er ekki sama vandamál og hjá neðri háls hrygg þar sem þarf að lýsa sérstaklega hvaða liður á í hlut.

Þegar AO flokkunarkerfið er svo borið saman við önnur flokkunarkerfi er TLICS helsti keppinautur þess. Að mati rannsakenda býður TLICS ekki upp á eins góða flokkun á formfræði áverkans og þar hentar AO betur. TLICS býður upp á skýra stigun áverkans með stigakerfi, líkt og er lýst í inngangi. Þessi stigun er svo notuð í meðferðarvali. AO kerfi býður ekki upp á að túlka meðferðarval og er það því enn val hvers og eins hvort gera eigi aðgerð eða ekki. Sumir vilja kannski nota AO og TLICS í bland og nota þar með TLICS aðallega til að ákveða meðferð. Eflaust er hægt að nota önnur flokkunarkerfi samhliða AO til að lýsa broti nánar. Ef AO kerfið á að vera fullkomið verður það óneitanlega flókið en aftur á móti væri gott að hafa allar upplýsingar í einu heilstæðu kerfi

Velta má fyrir sér hve góð samsvörun er á milli rannsakenda til að flokka brot samkvæmt AO. Þegar 203 sérfræðingar notuðu AO kerfið fyrir efri háls hrygg kom í ljós að í 90% tilvika flokkuðu þeir brotin rétt. [55] Þegar sérfræðingar stiguðu alvarleika AO kóðanna á skalanum 0-100 fyrir neðri háls hrygginn var góð samsvörun milli stiganna. [56] Þegar AO kóðar fyrir efri háls hrygg voru metnir með tilliti til áreiðanleika og samkvæmni milli sérfræðinga kom

í ljós að hvort tveggja kom ágætlega út. [57] Önnur rannsókn komst að því að reynsla sérfræðinga hafði ekki mikil áhrif á flokkunina. [58]

## 5.6 Kostir og gallar rannsóknar

Rannsóknin er sú fyrsta hér á landi sem skoðar sérstaklega háorkuáverka á háls hrygg. Rannsóknin styður og styrkir fyrri rannsókn um mænuskaða eftir hryggbrot sem einnig tók til lágorkuáverka. [28] Þar sem allir sem hljóta alvarlegt hálsbrot á Íslandi eru sendir til Landspítala má áætla að öll gögn um greiningu og meðferð þeirra sem hlutu áverka séu á einum stað. Niðurstöður gefa yfirsýn yfir langt tímabil og niðurstöður gefa stuðning við vinnslu á verklagsreglum.

Rannsóknin var aftursýn gagnarannsókn og gæði skráninga í Sögukerfi voru misgóð. Þar að auki fór fram uppfærsla á skráningarkerfum Landspítala árið 1997 og því eru gögn frá 1998-2000 ekki eins góð og nýrri gögn. Sökum þess að ófullnægjandi gögn voru ekki tekin með í rannsókn er hættu á að það skorti gögn frá árunum 1998-2000. Á sama tíma færðust myndrannsóknir frá filmum yfir í stafrænt kerfi og vantaði því myndir hjá mörgum í fyrri hluta rannsóknartímabilsins. Þar að auki voru einungis röntgenmyndir í sumum tilfellum og þurfti rannsakandi þá að styðjast við svar röntgenlæknis til að flokka brotið. Mögulega voru einhver brot þar vangreind þar sem tölvusneiðmyndir eru betri til að greina brotin. [59, 60] Þá má deila um hve góður rannsakandi raunverulega var að flokka eftir AO kerfinu. Þó svo að rannsakandi hafi unnið rannsókn eftir bestu getu þarf alltaf að gera ráð fyrir mannlegum mistökum við gagnaskráningu. Breytur og úrvinnsla gagnanna var ákveðin fyrirfram og útkoman verður þar með í samræmi við það.

## 5.7 Ályktun og framtíðarhugmyndir

Ljóst er að flest brotanna voru ekki alvarleg, en brot sem voru alvarleg fóru oft í aðgerð. Aðgerðarþörf passar því við alvarleika áverkans. Ungir karlmenn hlutu oftast brot. Umferðaróhöpp orsökuðu meirihluti brotanna á tímabilinu og þar af var hlutfall bílvelta mjög hátt. Öryggi í umferðinni skiptir máli til að fækka slysum og hafa miklar forvarnir Umferðarstofu skilar sér í örlítilli fækkun þeirra sem brotna á háls hrygg. Sökum þess hve hátt hlutfall þeirra sem voru með erlenda kennitölu lentu í bílveltu er tilefni til að auka undirbúning þeirra ferðamanna sem aka í íslenskum aðstæðum.

Gaman væri að skoða áverka síðustu tveggja fimm ára tímabila og sjá hvort SLIC flokkunin styðji betur við ákvörðun þeirra sem fóru í aðgerð heldur en AO kerfið. Einnig væri gaman að skoða háorkuáverka á öðrum stöðum hryggsúlunnar.

# Heimildaskrá

1. Drake R, et al., *Gray's Anatomy for students. 2nd ed.* 2019, Philadelphia: Churchill Livingstone Elsevier.
2. Luong, D. *Uncinate process of the cervical spine.* 2022; Available from: <https://radiopaedia.org/articles/uncinate-process-of-the-cervical-spine>.
3. Keith L. Moore, A.F.D., *Clinically oriented anatomy, 4th edition.* 1999, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
4. *Features of the Typical Cervical Vertebra.* Anatomy Standard 2020; Available from: [https://www.anatomystandard.com/Columna\\_Vertebralis/Vertebrae\\_Cervicales/Typical\\_Cervical.html](https://www.anatomystandard.com/Columna_Vertebralis/Vertebrae_Cervicales/Typical_Cervical.html).
5. Grujičić, R. *Atlantooccipital joint.* 2022; Available from: <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/atlanto-occipital-joint>.
6. *Atlas.* Anatomy Standard 2020; Available from: [https://www.anatomystandard.com/Columna\\_Vertebralis/Vertebrae\\_Cervicales/C1.html](https://www.anatomystandard.com/Columna_Vertebralis/Vertebrae_Cervicales/C1.html).
7. *Axis.* Anatomy Standard 2020; Available from: [https://www.anatomystandard.com/Columna\\_Vertebralis/Vertebrae\\_Cervicales/C2.html](https://www.anatomystandard.com/Columna_Vertebralis/Vertebrae_Cervicales/C2.html).
8. Swartz, E.E., R.T. Floyd, and M. Cendoma, *Cervical spine functional anatomy and the biomechanics of injury due to compressive loading.* J Athl Train, 2005. **40**(3): p. 155-61.
9. Cusick, J.F. and N. Yoganandan, *Biomechanics of the cervical spine 4: major injuries.* Clinical Biomechanics, 2002. **17**(1): p. 1-20.
10. Court-Brown, C.M., Heckman, J.D., McQueen, M.M., Ricci, W.M., Tornetta, P., McKee, M.D., *Rockwood and Green's Fractures in Adults, 8th ed.* 2015: Wolters Kluwer Health.
11. Landlæknisembættið, *Vinnuferlar landlæknis fyrir sjúkraflutningamenn.* 2006.
12. White, A.A., 3rd, et al., *Biomechanical analysis of clinical stability in the cervical spine.* Clin Orthop Relat Res, 1975(109): p. 85-96.
13. Holdsworth, F.W., *FRACTURES, DISLOCATIONS, AND FRACTURE-DISLOCATIONS OF THE SPINE.* 1963. **45-B**(1): p. 6-20.
14. Denis, F., *The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries.* Spine (Phila Pa 1976), 1983. **8**(8): p. 817-31.
15. Bernstein, M.P., A.B. Baxter, and J.H.H. Jr. *Imaging Thoracolumbar Spine Trauma.* Available from: <https://radiologykey.com/imaging-thoracolumbar-spine-trauma/>.
16. Vaccaro, A.R., et al., *A new classification of thoracolumbar injuries: the importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status.* Spine (Phila Pa 1976), 2005. **30**(20): p. 2325-33.
17. Khurana, B., et al., *Traumatic Thoracolumbar Spine Injuries: What the Spine Surgeon Wants to Know.* Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc, 2013. **33**: p. 2031-46.
18. Vaccaro, A.R., et al., *The subaxial cervical spine injury classification system: a novel approach to recognize the importance of morphology, neurology, and*

- integrity of the disco-ligamentous complex.* Spine (Phila Pa 1976), 2007. **32**(21): p. 2365-74.
19. Divi, S.N., et al., *AOSpine-Spine Trauma Classification System: The Value of Modifiers: A Narrative Review With Commentary on Evolving Descriptive Principles.* Global Spine J, 2019. **9**(1 Suppl): p. 77s-88s.
  20. *Spine.* 2018. **32**: p. S145-S160.
  21. Vaccaro, A.R., et al., *Update on Upper Cervical Injury Classifications: The New AO Upper Cervical Spine Classification System.* 2022. **35**(6): p. 249-255.
  22. Vaccaro, A.R., et al., *AOSpine subaxial cervical spine injury classification system.* Eur Spine J, 2016. **25**(7): p. 2173-84.
  23. Hadley, M.N., et al., *Acute traumatic atlas fractures: management and long term outcome.* Neurosurgery, 1988. **23**(1): p. 31-5.
  24. Spence, K.F.J., S. Decker, and K.W. Sell, *Bursting Atlantal Fracture Associated with Rupture of the Transverse Ligament.* 1970. **52**(3): p. 543-549.
  25. Schneider, R.C., et al., *"HANGMAN'S FRACTURE" OF THE CERVICAL SPINE.* J Neurosurg, 1965. **22**: p. 141-54.
  26. Kim, K.S., et al., *Flexion teardrop fracture of the cervical spine: radiographic characteristics.* AJR Am J Roentgenol, 1989. **152**(2): p. 319-26.
  27. Hall, R.D.M., *Clay-Shoveler's Fracture.* 1940. **22**(1): p. 63-75.
  28. Eyrún Arna Kristinsdóttir, *Faraldsfræði hryggbrota með og án mænuskaða á Landspítala á árunum 2007-2011*, in *Læknadeild.* 2014, Háskóli Íslands: Reykjavík.
  29. Hu, R., C.A. Mustard, and C. Burns, *Epidemiology of incident spinal fracture in a complete population.* Spine, 1996. **21**(4): p. 492-499.
  30. Lowery, D.W., et al., *Epidemiology of cervical spine injury victims.* Annals of Emergency Medicine, 2001. **38**(1): p. 12-16.
  31. Brodin, K. and H. von Holst, *Cervical injuries in Sweden, a national survey of patient data from 1987 to 1999.* Inj Control Saf Promot, 2002. **9**(1): p. 40-52.
  32. Leucht, P., et al., *Epidemiology of traumatic spine fractures.* Injury, 2009. **40**(2): p. 166-172.
  33. Schotanus, M., J.J. van Middendorp, and A.J.F. Hosman, *Isolated Transverse Process Fractures of the Subaxial Cervical Spine: A Clinically Insignificant Injury or Not?: A Prospective, Longitudinal Analysis in a Consecutive High-Energy Blunt Trauma Population.* 2010. **35**(19): p. E965-E970.
  34. Huelke, D.F., J. O'Day, and R.A. Mendelsohn, *Cervical injuries suffered in automobile crashes.* J Neurosurg, 1981. **54**(3): p. 316-22.
  35. Merritt, R.M. and M.F. Williams, *Cervical spine injury complicating facial trauma: Incidence and management.* American Journal of Otolaryngology, 1997. **18**(4): p. 235-238.
  36. Passias, P.G., et al., *Traumatic Fractures of the Cervical Spine: Analysis of Changes in Incidence, Cause, Concurrent Injuries, and Complications Among 488,262 Patients from 2005 to 2013.* World Neurosurgery, 2018. **110**: p. e427-e437.
  37. Edda Pálsdóttir, *Alvarlegir hryggáverkar vegna hestaslysa og mögulegar forvarnir*, *Læknadeild.* 2013, Háskóli Íslands: Reykjavík.
  38. Bucholz, R.W., et al., *Occult cervical spine injuries in fatal traffic accidents.* J Trauma, 1979. **19**(10): p. 768-71.
  39. Gunnar Geir Gunnarsson og Þorbjörg Jónsdóttir, *Umferðarslys á Íslandi 2022.* 2023, Samgöngustofa.


40. Ryan, M.D. and J.J. Henderson, *The epidemiology of fractures and fracture-dislocations of the cervical spine*. *Injury*, 1992. **23**(1): p. 38-40.
41. den Ouden, L.P., et al., *Epidemiology of Spinal Fractures in a Level One Trauma Center in the Netherlands: A 10 Years Review*. *Spine*, 2019. **44**(10).
42. Roche, S.J., P.A. Sloane, and J.P. McCabe, *Epidemiology of spine trauma in an Irish regional trauma unit: A 4-year study*. *Injury*, 2008. **39**(4): p. 436-442.
43. Elías Atlason, *Tölfræði 2017: Tölur um starfsemi íþróttahreyfingarinnar á árinu 2017, ásamt yfirliti um íþróttaiðkun 1994 til 2017*. 2019.
44. Gunnar Geir Gunnarsson, Kristín Björg Þorsteinsdóttir og Þorbjörg Jónsdóttir, *Skýrsla um umferðarslys á Íslandi árið 2017 samkvæmt lögregluskýrslum*. 2018.
45. Haraldur Sigþórsson og Stefán Einarsson, *Umferðaröryggi erlendra ferðamanna á Íslandi*. 2017.
46. Utheim, N.C., et al., *Epidemiology of traumatic cervical spinal fractures in a general Norwegian population*. *Injury Epidemiology*, 2022. **9**(1): p. 10.
47. Brown, R.L., M.A. Brunn, and V.F. Garcia, *Cervical spine injuries in children: a review of 103 patients treated consecutively at a level 1 pediatric trauma center*. *J Pediatr Surg*, 2001. **36**(8): p. 1107-14.
48. Grauer, J.N., et al., *Whiplash produces an S-shaped curvature of the neck with hyperextension at lower levels*. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1997. **22**(21): p. 2489-94.
49. Wang, H., et al., *Incidence and pattern of traumatic spinal fractures and associated spinal cord injury resulting from motor vehicle collisions in China over 11 years: An observational study*. *Medicine*, 2016. **95**: p. e5220.
50. Fredø, H.L., et al., *The epidemiology of traumatic cervical spine fractures: a prospective population study from Norway*. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 2012. **20**(1): p. 85.
51. Utz, M., et al., *MDCT and MRI evaluation of cervical spine trauma*. *Insights Imaging*, 2014. **5**(1): p. 67-75.
52. Bican, O., A. Minagar, and A.A. Pruitt, *The spinal cord: a review of functional neuroanatomy*. *Neurol Clin*, 2013. **31**(1): p. 1-18.
53. Evans, O.G. *Spinal Nerves: Definition, Function, Diagram, Number, & Facts*. 2023; Available from: <https://www.simplypsychology.org/spinal-nerves-anatomy.html>.
54. Goldberg, W., et al., *Distribution and patterns of blunt traumatic cervical spine injury*. *Ann Emerg Med*, 2001. **38**(1): p. 17-21.
55. Karamian, B.A., et al., *An international validation of the AO spine subaxial injury classification system*. *European Spine Journal*, 2023. **32**(1): p. 46-54.
56. Schroeder, G.D., et al., *Establishing the Injury Severity of Subaxial Cervical Spine Trauma: Validating the Hierarchical Nature of the AO Spine Subaxial Cervical Spine Injury Classification System*. *Spine*, 2021. **46**(10): p. 649-657.
57. Vaccaro, A.R., et al., *Global Validation of the AO Spine Upper Cervical Injury Classification*. *Spine*, 2022. **47**(22): p. 1541-1548.
58. Lambrechts, M., et al., *Effect of surgical experience and spine subspecialty on the reliability of the AO Spine Upper Cervical Injury Classification System and the AO Spine Upper Cervical Injury Classification International Members* CC BY-NC-ND 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>). *Journal of neurosurgery. Spine*, 2023. **38**: p. 31.
59. Ghaffarpasand, F., et al., *Role of cervical spine radiography in the initial evaluation of stable high-energy blunt trauma patients*. *Journal of Orthopaedic Science*, 2011. **16**(5): p. 498-502.

60. Takami, M., et al., *Usefulness of full spine computed tomography in cases of high-energy trauma: a prospective study*. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2014. **24 Suppl 1**: p. S167-71.
61. *AO Spine Classification Systems*. Available from: <https://www.aofoundation.org/spine/clinical-library-and-tools/aospine-classification-systems>.
62. Hagstofa Íslands, *Umferðarslys 1966-2021*.


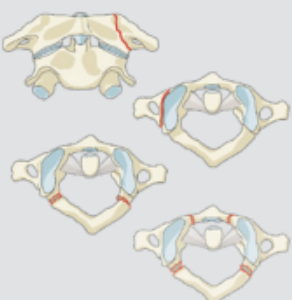
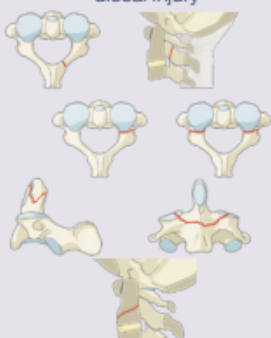

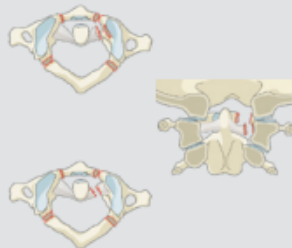
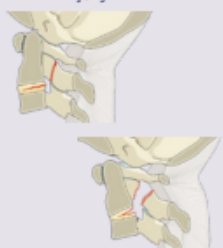





# Viðauki 1

Mynd sýnir vasaspjald gefið út af AO sem sýnir flokkun AO á efri háls hryggjabrotum.



## AO Spine Upper Cervical Injury Classification System

I. Occipital Condyle and Craniocervical junction	II. C1 Ring and C1-2 Joint	III. C2 and C2-3 Joint
<p><b>Type A</b> Isolated bony injury (condyle)</p> 	<p><b>Type A</b> Isolated bony only (arch)</p> 	<p><b>Type A</b> Bony injury only without ligamentous, tension band, discal injury</p> 
<p><b>Type B</b> Non-displaced ligamentous injury (craniocervical)</p> 	<p><b>Type B</b> Ligamentous injury (transverse atlantal ligament)</p> 	<p><b>Type B</b> Tension band / Ligamentous injury with or without bony injury</p> 
<p><b>Type C</b> Any injury with displacement on spinal imaging</p> 	<p><b>Type C</b> Atlantoaxial instability / Translation in any plane</p> 	<p><b>Type C</b> Any injury that leads to vertebral body translation in any directional plane</p> 


Contact: [research@aospine.org](mailto:research@aospine.org)

Further information: [www.aospine.org/classification](http://www.aospine.org/classification)

Mynd 11. AO flokkun efri háls hryggjarbrota [61]



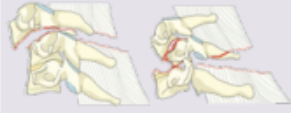

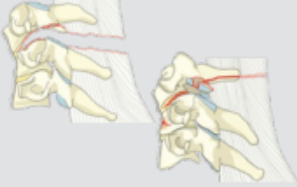







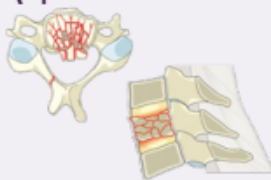
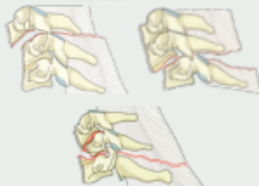
# Viðauki 2

Mynd sýnir vasaspjald gefið út af AO sem flokkun AO á neðri háls hryggjabrotum.



**AO  
SPINE**

## AO Spine Subaxial Injury Classification System

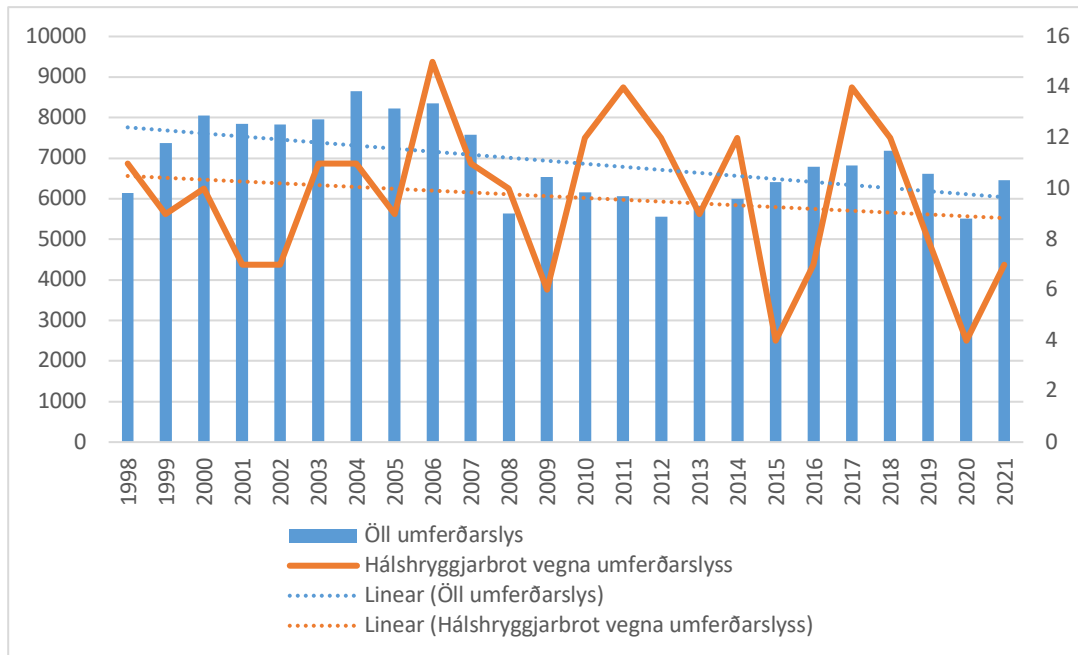
Type A Compression Injuries	Type B Tension Band Injuries	Type C Translation Injuries
<p><b>A0</b> Minor, nonstructural fractures</p> 	<p><b>B1</b> Posterior tension band injury (bony)</p> 	<p><b>C</b> Translational injury in any axis-displacement or translation of one vertebral body relative to another in any direction</p> 
<p><b>A1</b> Wedge-compression</p> 	<p><b>B2</b> Posterior tension band injury (bony capsuloligamentous, ligamentous)</p> 	<p style="background-color: #1a3d4d; color: white; padding: 2px;"><b>Type F Facet Injuries</b></p> <p><b>F1</b> Nondisplaced facet fracture</p> 
<p><b>A2</b> Split</p> 	<p><b>B3</b> Anterior tension band injury</p> 	<p><b>F2</b> Facet fracture with potential for instability</p> 
<p><b>A3</b> Incomplete burst</p> 	<p style="background-color: #1a3d4d; color: white; padding: 2px;"><b>BL Bilateral Injuries</b></p> <p><b>BL</b> Bilateral injury</p> 	<p><b>F3</b> Floating lateral mass</p> 
<p><b>A4</b> Complete burst</p> 		<p><b>F4</b> Pathologic subluxation or perched/dislocated facet</p> 

Contact: [research@aospine.org](mailto:research@aospine.org)

Further information: [www.aospine.org/classification](http://www.aospine.org/classification)

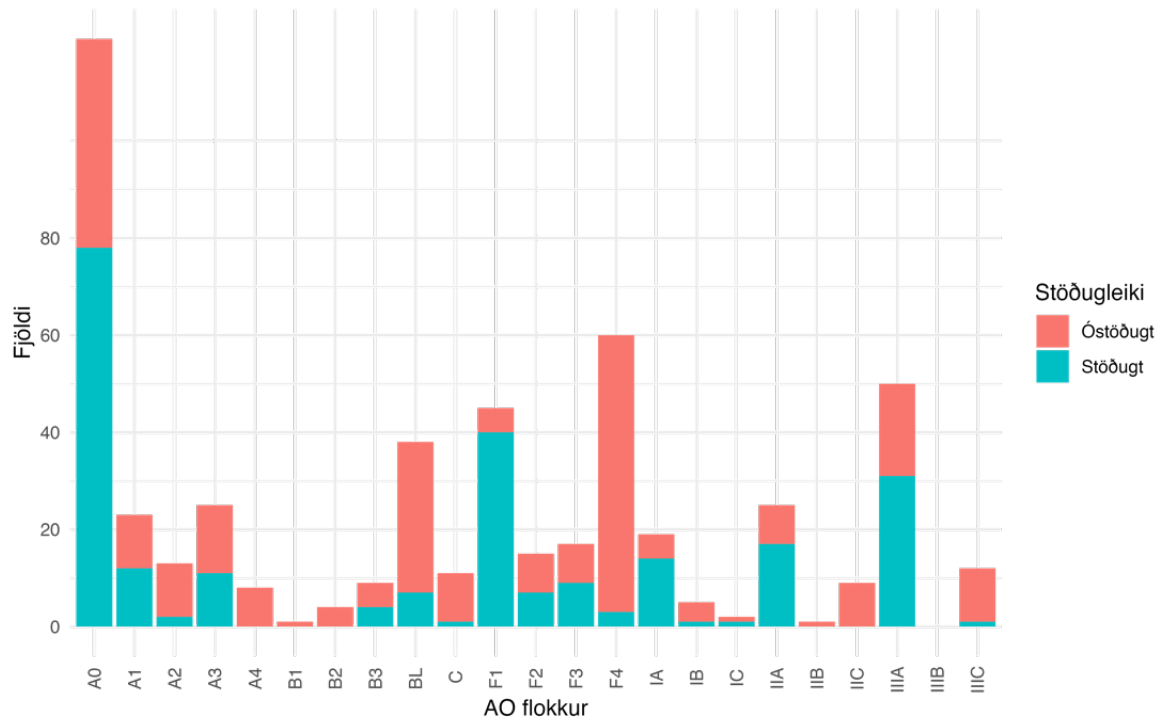
Mynd 12. AO flokkun neðri háls hryggjarbrota [61]

## Viðauki 3



Mynd 13. Samanburður á tíðni allra umferðarslysa (gögn frá Hagstofu) og hálshryggjarbrota vegna umferðarslyss [62]

## Viðauki 4



Mynd 14. AO flokkar og stöðugleiki

