

TARTU ÜLIKOOL

Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

**Laura Ernits**

**Hamstringlihase vigastuste ennetamine ja ravi**

**Hamstring strain injury prevention and rehabilitation**

**Bakalaureusetöö**

Füsioteraapia õppekava

Juhendaja:

PhD D. Vahtrik

Tartu 2018

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	3
1. HAMSTRINGLIHASE ANATOOMIA .....	4
2. HAMSTRINGLIHASE VIGASTUSTE KLASSIFIKATSIOON .....	6
3. EPIDEMIOLOOGIA .....	7
4. HAMSTRINGLIHASE VIGASTUSE MEHCHANISM .....	8
5. HAMSTRINGLIHASE VIGASTUSTE RISKIFAKTORID.....	9
6. HAMSTRINGLIHASE VIGASTUSTE ENNETAMINE .....	11
6.1 Hamstringlihaste ekstsentriline treening ja lihaselastsuse parandamine .....	11
6.2 Proksimaalne lihasstabiilsus .....	15
6.3 Avatud ja suletud ahelaga harjutused .....	16
7. REHABILITATSIOON .....	17
7.1 Funktsionaalne hindamine .....	17
7.2 Venitusharjutuste ja tavapärase harjutuste programm .....	17
7.3 Varajane mobiliseerimine .....	19
7.4 Krüoteraapia ja krüovenitus.....	20
7.5 PATS vs PRES.....	21
8. KORDUVVIGASTUSED.....	23
KOKKUVÕTE .....	24
KASUTATUD KIRJANDUS .....	25
SUMMARY .....	29
LISA 1 .....	30
LISA 2 .....	32
LISA 3 .....	33

## SISSEJUHATUS

Hamstringlihase vigastus on sagedane vigastus mitmetes spordialades ja üks levinumaid vigastusi professionaalses jalgpallis. Lihavigastused on kujunenud olulisimaks probleemiks mängijatele ja nende klubidele, sest need moodustavad peaaegu ühe kolmandiku kogu vigastusperioodi ajakaotusest (Ekstrand et al., 2011). Hamstringlihase vigastused võivad tekkida igal ühel meist, kes on aktiivse elustiiliga. Spordiga tegelejatel tekivad lihavigastused pigem järsust sprindist või äkilisest liigutusest. Sõltuvalt vigastuse tõsidusest varieerub ka taastumisaeg. Siinkohal ongi oluline roll füsioterapeutidel ja ka treeneritel, et ennetada antud lihasgrupi vigastusi.

Ennetusprogramme on juba aastaid erinevatele lihasgruppidele välja töötatud, aga siiski on hamstringlihase vigastus väga sagedane (tipp)sportlaste seas. Miks see nii on? Kas ennetusprogrammid pole piisavalt efektiivsed, et vigastusi vältida?

Füsioterapeutidel on tähtis roll ka juba tekkinud vigastuse raviprotsessis, et sportlane saaks võimalikult kiiresti oma treeningutega jätkata. Samuti peab jälgima, et ravi oleks tulemuslik ja sportlane ei naaseks sporti liiga varakult, sest on oht uuteks vigastusteks.

Kuna tegelen ise aktiivselt spordiga ja olen spordimaailmas toimuvaga kursis, siis on jäänud silma päris palju artikleid, kus üks või teine sportlane on saanud hamstringlihase vigastuse. Sel põhjusel on nii mõnigi pidanud suurematest võistlustest loobuma. Ka minu tutvusringkonnas on esinenud hamstringlihase vigastusi. Valisingi selle teema põhjusel, et saada rohkem teadmisi hamstringlihase vigastuste kohta.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on saada teaduskirjanduse põhjal ülevaade hamstringlihase vigastustest, selle ennetamisest ja ravist eelkõige sportlaste seas. Töös keskendun mittetäielikele lihavigastustele, kuna neid saab ravida konservatiivselt ja ei vaja operatiivset sekkumist.

Võtmesõnad: hamstringlihase vigastus, *Nordic hamstring* harjutus, vigastuse ennetamine, rehabilitatsioon

Keywords: hamstring strain, *Nordic hamstring*, prevention, rehabilitation

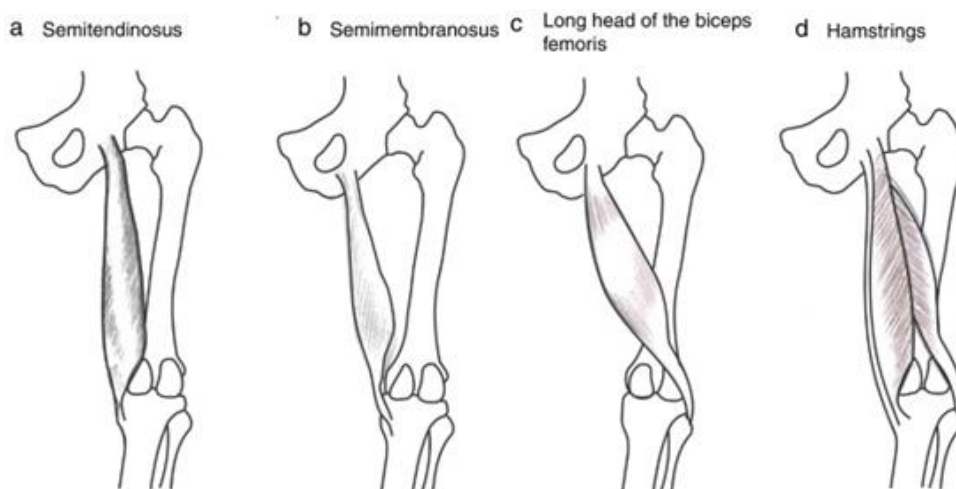
# 1. HAMSTRINGLIHASE ANATOOMIA

Reie tagakülje moodustavad neli lihast, millest kolme nimetatakse ühtse nimetusena hamstringlihasteks (joonis 1). Nendeks on *m. biceps femoris* (pikk pea), *m. semitendinosus* ja *m. semimembranosus* (Moore et al., 2013). Reie tagumiste lihaste ühiseks ülesandeks on sääre painutamine (Aul, 1976).

Reie kakspealihas (*m. biceps femoris*) asetseb reie tagakülje lateraalses osas (Aul, 1976) ja ta koosneb kahest osast – pikk pea ja lühike pea (Moore et al., 2013). Tema pikk pea algab istmikuköbrult, lühike aga reieluu karejoone lateraalselt servalt (Aul, 1976). Reie tagumisel pinnal, pikk pea muutub kõõluseliseks ja ühineb lihase lühikese peaga. See ühine kõõlus kinnitub pindluule ja ta on nähtav ja tuntav, kui ületab põlveliigest, eriti veel kui teostada põlveliigestest painutatust vastupanuga (Moore et al., 2013). Lihase ülesandeks on painutada säärt ja pöörata teda väljapoole (Aul, 1976).

Poolkõõluslihas (*m. semitendinosus*) algab istmikuköbrult ja kinnitub pika kõõluse abil sääreluu kõprusele. Lihase painutab ja proneerib säärt (Aul, 1976).

Poolkilelihas (*m. semimembranosus*) asetseb eelnevalt nimetatud lihase all, kuid on sellest tunduvalt laiem. Lihase saab alguse istmikuköbrult, kahe eelmise lihase alguskohast allpool, tugeva kõõlusega, mis distaalsuunas laieneb ja läheb üle lihasele osaks. Lõppkõõlus jaguneb põlveliigeste piirkonnas kolmeks kõõluskimbuks: 1) mediaalne kimp kinnitub mediaalsele põndale, 2) keskne kimp jätkab lihase suunda ja kinnitub sääreluu mediaalse põnda tagumisele pinnale ning *m. popliteus*'t katvale fastsiale, 3) lateraalne kimp kulgeb põlveliigeste kihnu tagumisel pinnal üles lateraalsele (Lepp, 2013). Poolkilelihas funktsioneerib analoogselt poolkõõluslihasega (Aul, 1976).



**Joonis 1.** Hamstringlihased: a – poolkõõluslihas, b – poolkilelihas, c – reie kakspealihase pikk pea, d – hamstringlihased kokku (Ernlund & Vieira., 2017).

Reie tagumise rühma lihased toimivad puusa- ja põlveliigesele. Puusaliigeses teostavad vähesel määral reie retroversiooni just need lihased, mis saavad alguse istmikuköbrult. Põlveliigesele toimivad kõik tagumise rühma lihased: nad painutavad ja roteerivad säärt. Poolkõõluslihas ja poolkilelihas roteerivad säärt sisse, reie kakspealihas välja (Lepp, 2013).

## 2. HAMSTRINGLIHASE VIGASTUSTE KLASSIFIKATSIOON

Lihavigastus võib tekkida ootamatult ja neid eristatakse eristatuna, sõltuvalt vigastuse ulatusest. Pollock kaaskolleegidega (2015) on oma artiklis kirjeldanud 4-astmelist klassifikatsiooni (tabel 1) Inglismaa kergejõustiklaste lihavigastuste näitel.

**Tabel 1.** Lihavigastuste klassifikatsioon Inglismaa kergejõustiklaste näitel (Pollock et al., 2015).

Vigastuse aste	Kirjeldus
0a	Lihavalu koldelisel alal tavaliselt pärast treeningut.
0b	Üldine lihavalu pärast tavapäratut treeningut.
1a	Väike müofastsiaalne rebend.
1b	Väike lihas-kõõlus ühenduse rebend.
2a	Mõõdukas müofastsiaalne rebend.
2b	Mõõdukas lihas-kõõlus ühenduse rebend.
2c	Mõõduka suurusega kõõlusesisene rebend.
3a	Ulatuslik müofastsiaalne rebend.
3b	Ulatuslik lihas-kõõlus ühenduse rebend.
3c	Ulatuslik kõõlusesisene rebend.
4	Liharebend täielikus ulatuses.
4c	Kõõlusrebend täielikus ulatuses.

### 3. EPIDEMIOLOOGIA

Ekstrand kaaskolleegeidega (2011) uuris professionaalsete meesjalgpallurite lihasvigastuste esinemissagedust ning ta leidis, et lihasvigastused moodustasid kõigist vigastustest 31%, sealjuures 92% vigastustest esineb alajäseme neljas suuremas lihasrühmas, 37% hamstringlihastes. Hamstringlihase vigastus on kõige tavalisem üksikvigastuse alatüüp, moodustades 12% kõigist lihasvigastustest.

Daltoni ja tema kaaskolleegeide uuring (2015) hõlmas hamstringlihase vigastusi 25 NCAA (*National Collegiate Athletic Association*) meistriliiga spordialal viiel järjestikusel hooajal. Teadlased leidsid, et kõige rohkem esines vigastusi meeste Ameerika jalgpallis ning meeste ja naiste Euroopa jalgpallis, vastavalt 35,3%, 9,9% ja 8,3%. Vaatamata sellele, et treeningute ajaline näitaja oli madalam kui võistluste ajaline näitaja, esines 10 000 sportlase kohta kõige rohkem vigastusi treeningutel. Hamstringlihase vigastusi esines 52,9% tavahooajal võrreldes hooajaeelse perioodiga ning 72,3% vigastusi tekkis mittekontaktset. Van Dyk kolleegeidega (2016) aga leidis, et kõige sagedamini vigastavad sportlased end võistluseelisel perioodil ja võistlustel.

Cross kaaskolleegeidega (2013) hindas NCAA mees- ja naisjalgpallurite hamstringlihase vigastuse esinemissagedust ning ta leidis, et meestel on 64% suurem tõenäosus saada lihasvigastust kui naistel. Hooajaeelisel perioodil ei leitud erinevusi mees- ja naissportlaste hamstringlihase vigastuse esinemissageduses, küll aga esines meestel hooajasisesel perioodil nimetatud vigastust rohkem, korduvvigastust esineb samuti meestel rohkem kui naistel, vastavalt 22% ja 12%. Ka 579 jalgpalluriga uuringus jõudis van der Horst kaaskolleegeidega (2015) järelduseni, et hamstringlihase vigastusi esineb enim võistlustel võrreldes treeningutega, vastavalt 23 ja 11 vigastust 2013. kalendriaasta jooksul. Veel leidsid teadlased, et kõige rohkem tekib hamstringlihase vigastus kiirendusjooksul (53%).

Wan kolleegeidega (2017) tõdeb, et sprinteritel on hamstringlihase vigastusrisk kõrgem reie kakspealihase pikas peas ning poolkõõluslihases võrreldes poolkilelihasega. Potentsiaalne vigastus võib tekkida sprindidistantsi teisel poolel, konstantse kiirusega jooksmisel.

#### 4. HAMSTRINGLIHASE VIGASTUSE MEHHAANISM

Kirjanduse põhjal saab hamstringlihase vigastused lähtuvalt tekkimise mehhanismist jagada kaheks – esimesed tekivad kiirel jooksmisel, nagu jalgpallis ja kergejõustikus (Askling et al., 2007<sub>a</sub>), ja teised tekivad venitusliigutusel suurtel liigesliikuvusulatustel (nt tantsijad) (Askling et al., 2007<sub>b</sub>).

Aeglase maksimaalse venituse ajal tekkinud lihasvigastus (ingl k *slow-speed stretching*) on sagedane tantsijate seas (moderntants, klassikaline tants). Asklingi kaaskolleegidega (2007<sub>b</sub>) läbiviidud uuringus tekkis kõigil tantsijail hamstringlihase vigastus aeglasel puusaliigese painutusel sirutatud põlveliigese (spagaatasend) ja kogesid vigastuse järgselt mõõdukaid akuutseid sümptomeid. Vigastuse asukoht oli reie tagumisel pinnal proksimaalselt istmikukõbru lähedal. 15-st tantsijast 13-l (87%) oli vigastusest haaratud poolkilelihas. Kõige sagedamini oli vigastud poolkilelihase proksimaalset kõõlust. Kõik tantsijad kirjeldasid ühesugust, väga spetsiifilist vigastuse tekkemehhanismi, milleks oli aeglane spagaatharjutus, mille lõppasendis oli puusaliiges ulatuslikult painutatud ning põlveliiges sirutatud. Aeglase maksimaalse venitusega seotud vigastust esineb üldjuhul eelkõige tantsijatel (Askling et al., 2007<sub>b</sub>). Informatsioon vigastuse asukohast ja valu lokaliseerimiseks palpatsioonil annab aluse hamstringlihase vigastuse diagnoosimiseks. Magnetresonantstomograafia (MRT) uuring kinnitab vigastuse asukoha ja ulatuse. On oluline informeerida sportlast, et vigastus, olenemata suhteliselt kergetest algsümptomitest, toob üldjuhul kaasa pikenenud taastumisperioodi enne spordi juurde naasmist (Askling et al., 2008).

Hamstringlihase rebendi vigastust kirjeldatakse ka kui sprinteri tüüpi vigastust. Teises Asklingi ja tema kolleegide (2007<sub>a</sub>) teostatud uuringus kogesid sprinterid esmast hamstringlihase vigastust just sprindivõistlustel, kus jooksukiirus oli maksimaalne või selle lähedane. Põhivigastus tekkis *m. biceps femoris*'e pikas peas. Kasutades MRT tulemusel saadud näitajaid, tekkis seos ajaga võistluseelse taseme saavutamise ja vigastuse ulatuse vahel. Kaks päeva pärast hamstringlihase rebendit kasutas 83% sportlastest liikumiseks karke. Vigastuseelseid sümptomeid, nagu lihasjäikus või valu, sportlased ei täheldanud. Palpatsioonil tundsid kõik sportlased tugevat valu reie tagaosas lateraalsel pinnal. Teadlased tõdesid, et mida kraniaalsemal istmikukõbrule on vigastuse asukoht, seda pikem on aeg vigastuseelse taseme saavutamiseks.

## 5. HAMSTRINGLIHASE VIGASTUSTE RISKIFAKTORID

Van Dyk kaaskolleegeidega (2016) hindas hamstringlihase vigastuste riskifaktoreid põlvepainutajate ja –sirutajate isokineetilise jõu näitajate alusel professionaalsetel jalgpalluritel. Lihajõudu testiti isokineetilise dünamomeetriga. Jalgpallurite domineerivamaks jalaks oli parem (80,1%), vasakut jalga eelistas 19,9% mängijatest. Madalam hamstringlihaste ekstsentriline jõud ja madalam reie nelipealihase kontsentriline jõud vigastatud jäsemel oli seotud suurema hamstringlihase vigastusriskiga. Kuid käsitletav uuring ei tuvastanud hamstringlihase ja reie nelipealihase suhet hamstringlihase vigastuse riskifaktorina. Uuring näitas, et madalam hamstringlihase ekstsentriline ja madalam reie nelipealihase kontsentriline jõud kohandanuna keharaskusega on nõrgalt seotud hamstringlihase vigastuse riskiga. Kuigi need tulemused omavad väikest kliinilist väärtust, siis peaks uuesti kaaluma isokineetilise testimise kasutamist sportlaste skriinimisel ennustamaks tulevast hamstringlihase vigastuse riski.

Engebretsen koostöös kolleegeidega (2010) leidis, et eelnev akuutne hamstringlihase vigastus on oluline riskifaktor uueks vigastuseks jalgpallurite seas. Eelnevalt vigastatud sportlastel on rohkem kui 2 korda kõrgem risk uue vigastuse tekkeks.

Professionaalseid jalgpallureid uuris ka Lee et al., (2017). Mängijatel, kel tuvastati madal isokineetiline hamstringlihaste jõud, madal hamstringlihase ja reie nelipealihase jõudude suhe ning eelnev hamstringlihase vigastus, on suurem risk tulevase akuutse vigastuse tekkeks. Antud uuringu eesmärgiks oli uurida, kas hooajaeelse isokineetilise jõu näitajad aitavad ennustada tulevast hamstringlihase vigastust professionaalsetel jalgpallimängijatel. Teiseks eesmärgiks oli välja selgitada hamstringlihase vigastuste potentsiaalsed riskifaktorid, mis on seotud suurenenud lihasvigastusega. 56% vigastustest tekkis võistlusmängu ajal ja 78% olid mittekontaktseid vigastused.

Hooajaeelne skriining hamstringlihaste ja reie nelipealihase suhte ning ekstsentrilise hamstringlihase jõu kohta aitab viia muutuvate hamstringlihaste vigastuse riskifaktorite avastuseni. Eelneva vigastusega mängijatel on 3,6 korda suurem risk saada sama vigastust. Madalal kiirusel hinnatud hamstring- ja reie nelipealihase jõusuhe ning ekstsentriline hamstringlihase jõud on muutuvateks riskifaktoriteks hamstringlihase vigastusele. On soovitatav testida isokineetilist reie nelipealihase ja hamstringlihase jõudu madalal kiirusel, mis on 30-60 deg s<sup>-1</sup>. Meeskonna meditsiinitöötajad võiksid kontrollida mängijate ekstsentrilist hamstringlihaste jõudu ja hamstringlihase ja reie nelipealihase jõu suhet nii hooajaeelsel kui ka hooajasisesel perioodil. Võib öelda, et minevikus esinenud hamstringlihaste vigastus, madal ekstsentriline hamstringlihaste jõud ja madal kontsentriline

hamstringlihase ning reie nelipealihase jõu suhe on olulised hamstringlihaste vigastuse riskifaktorid (Lee et al., 2017).

Professionaalsete meesjalgpallurite erinevaid mängija (sisemised) ja võistlustega (välimised) seotud riskifaktorite mõju alajäseme lihaste vigastuse tekkimisel hindas Hägglund kaaskollegidega (2013). Uuringuperiood kestis 9 hooaega. Vigastused kategoriseeriti selle raskusastme alusel nelja rühma, võttes arvesse jalgpallist eemaloleku aja: kerge/minimaalne (0-3 päeva), keskmine (4-7 päeva), mõõdukas (8-28 päeva) ja tõsine (>28 päeva). Hamstringlihastel on suurem korduvvigastuse näitaja. Hamstringlihaste vigastuse sagedus tõusis võistlushooaja kestel. Võrreldes võistlushooajaga on lihasvigastuste esinemus madalam hooajaeelsel perioodil. Hamstringlihase vigastuse riskifaktorid: pikemad mängijad ja värvavahid omasid väiksemat tõenäosust hamstringlihase vigastusele, samal ajal kui mängijad eelneva hamstringlihase vigastusega olid rohkem altid vigastustele. Vigastusega mängijate hooajaeelne hindamine võib olla kasulik vigastuste vähendamiseks. Lihasvigastused olid tõenäolisemad tekkima pigem kodumängudel kui välismängudel. Samuti on eelnev lihasvigastus oluline riskifaktor alajäseme lihase vigastusel.

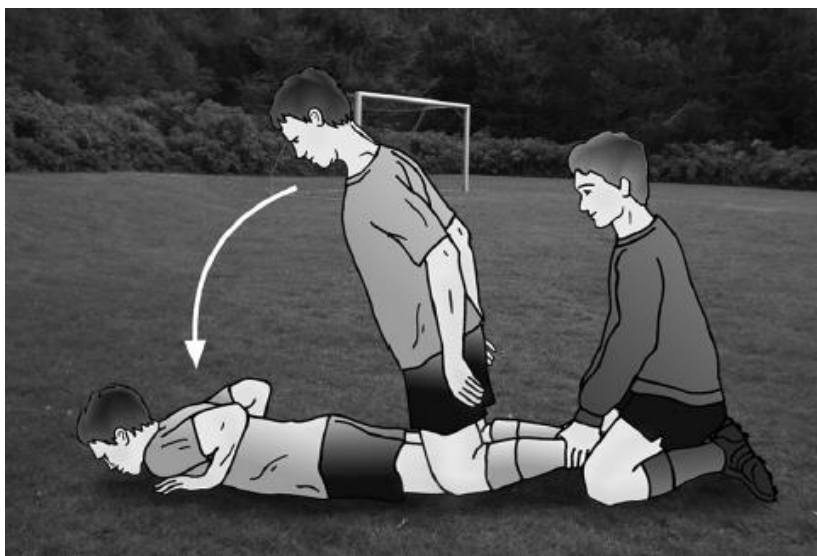
## 6. HAMSTRINGLIHASE VIGASTUSTE ENNETAMINE

Vältimaks järjest sagenevat hamstringlihase vigastuste teket, tuleks juba varakult pöörata tähelepanu vigastuse ennetamisele.

Treeninguga seotud hamstringlihase vigastuse näitajad on oluliselt suurenenud alates 2001 aastast (kuni 2014), kuid võistlustega seotud vigastuste arv ei ole muutunud. Sportlastele ja spordiklubidele on suur väljakutse vähendada treeningul tekkivaid hamstringlihase vigastusi, ilma, et see mõjutaks võistlustulemusi (Ekstrand et al., 2016).

### 6.1 Hamstringlihaste ekstsentriline treening ja lihaseelastsuse parandamine

Jalgpallimängijate hulgas vähendas täiendav hamstringlihaste ekstsentriline harjutus akuutse hamstringlihase vigastuse üldist arvu, ka uusi ja korduvvigastusi. Autorid uurisid hamstringlihase ekstsentrilise jõutreeningu ennetavat mõju kasutades *Nordic hamstring* harjutusi (joonis 2) akuutse hamstringlihase vigastuse ravis ning võrdlesid tulemusi jalgpalluritega, kes ei sooritanud täiendavalt hamstringlihase harjutusi (Petersen et al., 2011). *Nordic hamstring* harjutus on partneriga teostatav harjutus. Sportlase lähteasendiks on põlvitus, kus hoiab põlvedest peani keha sirge ja tugevana. Partner kindlustab, et mängija jalad oleks kogu harjutuse vältel maaga kontaktis, toetades teda alajäsemetest. Seejärel laskub mängija hoitud kehaga maapinna suunas nii aeglaselt kui võimalik, maksimeerides nii hamstringlihase ekstsentrilise faasi koormust. Mängija on käed ette kukkumisel valmis maha toetuma ja tagasi üles lükkama pärast seda, kui rinnak on puutunud vastu maad, et minimeerida kontsentrilise faasi koormust (Mjolsnes et al., 2004).



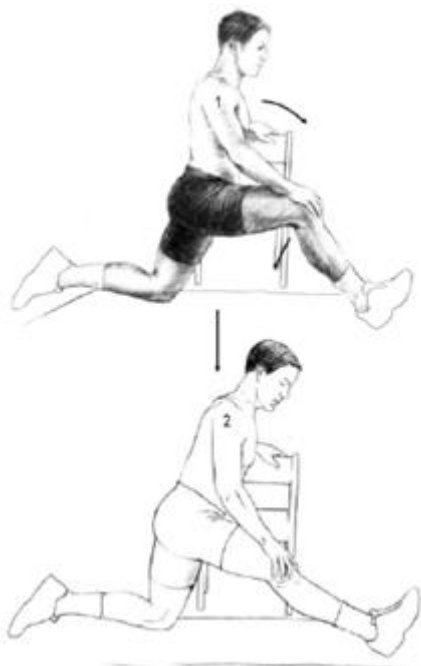
Joonis 2. *Nordic hamstring* harjutus.

Uuringus osalenud jalgpallurid jagati uuringugruppi ja kontrollgruppi. Uuringugrupp läbis 10 nädalat progresseeruvaid ekstsentrilisi harjutusi tavapärase treeningu järgselt, kontrollgrupp ei teinud tavatreeningule lisaks eriharjutusi. Registreeriti 52 akuutset hamstringlihase vigastust kontrollgrupis ning 15 vigastust uuringugrupis. Uuringu eesmärgina testiti, kas 10-nädalane treeningprogramm kasutades *Nordic hamstring* harjutusi võib vähendada uute ja korduvvigastuste sagedust järgneval jalgpallihooajal ja põhjustada vähem tõsiseid lihasvigastusi võrreldes nendega, kel hamstringlihase harjutused programmist puuduvad. Kirjeldatud uuringu tulemused tõestasid, et ekstsentriliste hamstringlihaste jõuharjutustega on võimalik vähendada jalgpallurite hamstringlihase vigastusi. Teadlased tõestasid, et *Nordic hamstring* harjutuste programmi läbimine võimaldas vältida uusi lihasvigastusi enam kui 60% ulatuses, korduvvigastuste arv vähenes ligikaudu 85% (Petersen et al., 2011).

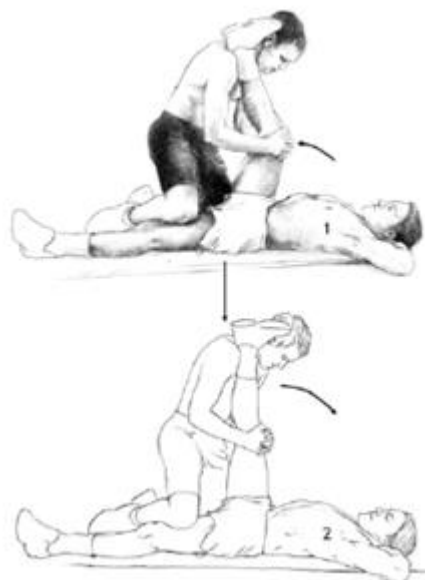
Arnason kaaskolleegidega (2008) hindas ekstsentrilise jõutreeningu ja venitusharjutuste mõju eliitjalgpallurite hamstringlihase vigastustele. Ennetusprogramm sisaldas kolme harjutuste komponenti: soojendusel teostatud venitusharjutust, hamstringlihaste elastsust suurendavat harjutust ja/või hamstringlihaste ekstsentrilist jõutreeningut. Ennetusprogrammi valinud jalgpallimeeskonnad pidid venitama soojenduseks hamstringlihaseid (joonis 3) pingutus-lõdvestusmeetodiga enne sprindi- või pallilöögiharjutustega alustamist enne igat treeningut ja mängu. Pingutus-lõdvestus venituse eesmärk oli saavutada ulatuslik põlveliigese liikuvusulatus ning sportlaste ettevalmistus maksimaalseks pingutuseks. Bahr ja Mæhlum (2004) kirjeldasid soojendusel sooritatud venitusharjutust järgmiselt: kasuta tuge, eelistatult teist mängijat ning lase hüppeliigesed lõdvaks. Suru kand vastu maapinda 5-10 sekundiks, et aktiveerida hamstringlihased, seejärel lõdvesta ja kasuta kätt põlveliigese sirutamiseks. Hoida venitust 20 sekundit. Kui vaja, siis painuta õrnalt puusaliigesest end ettepoole kuni tunned venitust hamstringlihastes, aga proovi hoida selg sirge. Venita mõlemat jalga 3 korda enne igat treeningsessiooni kogu hooaja vältel.

Lihaselastsust suurendav harjutus sisaldas passiivset pingutus-lõdvestus venitust, mida teostati partneriga (joonis 4) (Arnason et al., 2008). Mängijaid juhendati lihaselastsust suurendavas harjutuses nii: kaasmängija tõstab sinu vähesel määral põlveliigesest painutatud jala kuni tunned venitust reie tagakülje lihastes. Hoida seda asendit veidi aega enne aktiivset jala surumist vastu partneri õlga, mille tagajärjel toimub põlveliigesest sirutus. Hoida 10 sekundit. Seejärel lõdvestu täielikult. Partner kallutab end ettevaatlikult ette, suurendades nii venitust hamstringlihastes. Hoida asendit vähemalt 45 sekundit. Reie tagakülje lihaste venitamisest on oluline lõdvestada jalalaba hüppeliigesest (Bahr ja Mæhlum, 2004). Seda harjutust tehti pärast treeningut 3 korda nädalas hooajaeelsel perioodil ja 1-2 korda

võistlushooajal. Hamstringlihase ekstsentriline jõutreening baseerus *Nordic hamstring* harjutusel (joonis 2), mida sooritati 3 seeriat ja vastavalt 12, 10, 8 kordust. Harjutusi tehti treeningutel 3 korda nädalas ja hooajaeelsel perioodil, 1-2 korda nädalas võistlushooajal (Arnason et al., 2008).



**Joonis 3.** Soojendusel teostatud venitusharjutus.



**Joonis 4.** Lihaselastsust suurendav harjutus.

Uurimistöö tulemused näitasid, et üldine hamstringlihase rebendite esinemissagedus oli 65% madalam meeskondadel, kes sooritasid hamstringlihase ekstsentrilise jõutreeningu harjutust, võrreldes nendega, kes vastavat harjutust ei sooritanud. Uuringu peamiseks leiuks oli, et hamstringlihase ekstsentriline jõutreening koos *Nordic hamstring* harjutusega kombineeritult soojendusel teostatud harjutusega võib vähendada hamstringlihase rebendite vigastuse hulka eliitjalgpallurite seas. Kirjeldatud uuring näitab, et hamstringlihase ekstsentriline jõutreening vähendab hamstringlihase vigastusi. *Nordic hamstring* harjutus peaks kuuluma jalgpallimeeskondade treeningprogrammi – seda on võimalik teostada kaasmängija abiga, lisavahendid pole vajalikud (Arnason et al., 2008).

Jooksu hoofaasi-spetsiifiline hamstringlihaste ekstsentriline treening on sprinterite jaoks treeningutel olulise tähtsusega vigastuste ennetamiseks. Vastav treening sisaldab nii hamstringlihaste kui reie nelipealihaste ekstsentrilisi ja kontsentrilisi jõuharjutusi, saavutamaks nimetatud lihasgruppidevaheline optimaalne jõusuhe. Harjutused sisaldasid ekstsentrilist põlveliigese sirutust ja ekstsentrilist puusaliigese painutust. Rahvuskoondise sprinterid jaotati kahte uuringugruppi: kontrollgrupp ja ekstsentriline grupp. 6-nädalasel uuringperioodil osalesid kõik sprinterid oma tavapärasel treeningutel. Tavapärane treening

ekstsentrilisi hamstringlihase harjutusi ei sisaldanud. Ekstsentrilise grupi sportlased sooritasid lisaks tavapärasele treeningule harjutusi, mis on suunatud spetsiifiliselt sprindi hoofaasile. Kuue nädala jooksul sooritati kaks harjutust: ekstsentriline põlveliigese sirutus ja ekstsentriline puusaliigese painutus. Ekstsentrilist põlveliigese sirutust teostati spetsiifiliselt jooksu esimese osa hoofaasile, ekstsentrilist puusaliigese painutust aga jooksu hoofaasi teisele osale. Mõlemad harjutused on omased sprindi hoofaasile, mis on kõige ohtlikum faas hamstringlihase vigastuse tekkeks (Guex et al, 2016).

Van der Horst kolleegidega (2015) hindas *Nordic hamstring* harjutuse ennetavat mõju hamstringlihase vigastuste esinemises ja raskusastmes amatöör meesjalgpallurite seas. Kokku 40 võistkonda jagati uuringugruppi (20) ja kontrollgruppi (20). Uuringugruppi oli juhendatud sooritama *Nordic hamstring* harjutust 25 sessiooni 13-nädalase perioodi vältel. Harjutust sooritati kohe pärast tavatreeningu lõppu. Mõlemad grupid osalesid oma tavapärasel jalgpallitreeningutel ja neid jälgiti terve aasta. Vaatamata sellele, et kontrollgrupiga võrreldes oli uuringugrupi hamstringlihaste vigastuse arv väiksem, vastavalt 25 vigastust (69%) ning 11 vigastust (31%), ei erinenud tulemused statistiliselt oluliselt. Teadlased tõdesid, et *Nordic hamstring* harjutuste sooritamine vähendab oluliselt hamstringlihaste vigastuse arvu, kuid ei mõjuta vigastuse raskusastet.

Sebelien kaaskolleegidega (2014) hindas *Nordic hamstring* harjutuste mõju hamstringlihaste vigastuste esinemissagedusele, kiirjooksu tulemusele ning hamstring- ja reie nelipealihaste jõule poolprofessionaalsetel jalgpalluritel. Sportlased jaotati kahte gruppi: kontrollgrupp (tavapärased soojendusharjutused) või *Nordic hamstring*-grupp (tavapärane soojendus + *Nordic hamstring* harjutused), uuringu perioodiks oli 10 kuud. Mõlemad grupid treenisid 3 päeva nädalas hooajaelsel perioodil ja 2 päeva nädalas jalgpallihooajal. Treeningprogramm algas mõlemal uuringugrupil üldise soojendusega (sörkjooks ja madala koormusega kiirjooks), kontrollgrupp sooritas tavalisi hamstringlihaste venitusharjutusi ning uuringugrupp sooritas *Nordic hamstring* harjutusi, mida oli kolm: iseteostatav venitusharjutus (joonis 3), harjutus partneriga (joonis 4) ja lihaseid tugevdav harjutus (joonis 2). Pärast uuringugrupi spetsiifilisi harjutusi jätkasid kõik sportlased tavapärase jalgpallispetsiifilise treeninguga, millele järgnes mahajahtumine mõõdukate lihasvenituste või sörkjooksu näol. Iga treeningsessioon kestis 90 minutit.

Kirjeldatud uuring kestis 10 kuud. Vaatama sellele, et uuringu lõpuks registreeriti uuringugrupis 0 hamstringlihase vigastust ja kontrollgrupis 6 vigastust, ei olnud tulemus statistiliselt erinev. Ka jooksukiiruse ning lihasjõu näitajad ei erinenud kahe uuringugrupi vahel statistiliselt oluliselt. Teadlased soovivad *Nordic hamstring* harjutusi sooritada kiirema tempoga, et harjutuse mõju avalduks ka jooksukiirusele (Sebelien et al., 2014).

Kümne nädalase *Nordic hamstring* harjutuse ja puusaliigese sirutusharjutuse sooritamise järgselt hinnati meestel, kes olid vabal ajal aktiivsed, reie kakspealihase pika pea fastsia pikkust ning hamstringlihase ristlõikelist pindala. Nii *Nordic hamstring* harjutus kui puusaliigese sirutusharjutus on efektiivsed reie kakspealihase pika pea fastsia pikenemisel ning põlveliigese painutajalihaste jõunäitajate suurenemisel, vähendades hamstringlihase vigastusriski. *Nordic hamstring* harjutusest võib puusaliigese sirutusharjutus olla efektiivsem, stimuleerides vigastuspiirkonna hüpertroofia teket just reie kakspealihase pikas peas, kus vigastust esineb kõige rohkem (Bourne et al., 2017).

## 6.2 Proksimaalne lihasstabiilsus

Schuermans kolleegidega (2017) uuris, mil määral kere- ja tuharalihaste ning hamstringlihaste lihasaktiivsusmuustrid võivad olla seotud hamstringlihase vigastuse tekkeohuga maksimaalse kiirenduse faasis sprindil meesjalgpallurite hulgas. Veel uurisid nad, kas proksimaalne lihasaktiivsus võiks ennetada lihasvigastuse esinemist.

51-st amatöörjalgpallurist 15-l esines hamstringlihase vigastus, samal ajal kui 36 jäi vigastuseta pooleteiseaastase hooaja järgsel perioodil. Mängijad, kellel vigastustust järeluuringu perioodil ei esinenud, näitasid kõrgemat *m. gluteus maximus* aktiivsust, esile tulemisega jala ettetoomis faasis stardi lähedal. Lisaks, need osalejad näitasid oluliselt kõrgemat kerelihaste aktiivsust taha sirutuse faasis.

Tulemustest selgus, et hamstringlihase vigastuse tekkeoht näitab otsest seost proksimaalse lihase funktsiooniga kiirjooksu hoofaasil. Seetõttu on vaja mõningaid põhjendusi neuromuskulaarse kontrolli vajalikkusest kehatüves hamstringlihaste vigastuse ennetamisel jalgpallis. Saadud tulemuste baasil võib öelda, et on soovitatav funktsionaalselt tugevdada hamstringlihaste rehabilitatsioonil ja vigastuste ennetamisel keretüvelihaseid, eriti tasuks tähelepanu pöörata suurele tuharalihasele, kõhu põiki- ja selja sirutajalihastele. Lisaks peaks tähelepanu suunama maksimaalse kiirjooksu seeriatele ja osavusharjutustele. Kõike arvesse võttes, on optimaalne kere- ja tuharalihaste aktiivsus eriti oluline kiirjooksu hoofaasidel vähendamaks hamstringlihase vigastusi, kus hamstringlihas on maksimaalselt aktiveeritud vastavalt jala ettetoomis või tahaviimise faasides. Hamstringlihaste vigastuse ennetamisel on tähtsal kohal proksimaalne stabiilsus, nii kere- kui ka tuharalihaste näol.

### 6.3 Avatud ja suletud ahelaga harjutused

Naclerio kaaskolleegidega (2013) uuris 4-nädalase programmi mõju alakehavigastuste ennetamiseks, mis koosnes kahest ebastabiilsest suletud kineetilise ahelaga ja ühest stabiilsest avatud kineetilise ahelaga harjutustest. Iga treening sisaldas kolme keharaskusega harjutust. Üks stabiilne avatud ahelaga harjutus, *the Nordic curl*, kaks ebastabiilset ja suletud ahelaga harjutust: 1) väljaaste ette Bosu-pallile (*forward lunge on a Bosu*) ja 2) ekstsentriline jõutõmbe harjutus ühel jalal (*single leg dead lift*). Igat harjutust sooritati 3 seeriat, 8 kordust, koos 1-minutilise puhkepausiga seeriade vahel ja 2-minutilise puhkusega harjutuste vahel.

Uuringu tulemused näitasid, et 12 sessiooni jõutreeningut 4 nädala vältel, sisaldas üht stabiilset avatud kineetilise ahelaga ja kaht ebastabiilset suletud kineetilise ahelaga harjutust, muutis oluliselt hamstringlihase isomeetrilist põlve- ja hüppeliigese pöördemomendi suhet. Need muutused on positiivsed, sest kaitsevad sportlasi lihas- ja liigesvigastuste eest. Seetõttu peaks võistkonnaalade sportlaste vigastuste ennetamise programm sisaldama mõlemat tüüpi harjutusi – nii stabiilset avatud kui ebastabiilset suletud kineetilise ahelaga harjutusi.

## 7. REHABILITATSIOON

### 7.1 Funktsionaalne hindamine

Hamstringlihase vigastuse kliinilisel hindamisel esines palpatsioonil lokaalset hellust vigastatud piirkonnas, valu vastupanuga liigutustel (põlveliigese painutus, puusaliigese sirutus) ja valu puusaliigese passiivsel painutamisel sirutatud põlveliigeselega. 48 tunni möödudes vigastusest hinnati sportlasi uuesti. See sisaldas reie tagakülje palpatsiooni, valu provokatsiooni reie tagaküljelihaste isomeetrilise lihaskontraktsiooniga, valu provokatsiooni passiivse puusapainutusega, põlveliigese aktiivse liigesliikuvuse defitsiidi hindamist. Esimesed 48 tundi on vajalik järgida PRICE-printsipi (Malliaropoulos et al., 2011).

### 7.2 Venitusharjutuste ja tavapäraste harjutuste programm

Askling kolleegidega (2013) valis uuringuks kaks rehabilitatsiooniprogrammi: venitusharjutuste ja tavapäraste harjutuste programm. Eesmärgiks oli võrrelda mõlema efektiivsust pärast akuutset hamstringlihaste vigastust Rootsi eliitjalgpallurite näitel, hinnates täiskoormusel sporditreeningute juurde tagasi naasmise aega ja võistlustel osalemise võimalust. Venitusharjutuste programm spetsialiseerus lihase ulatuslikule pikenemisele, kasutades seejuures peamiselt ekstsentrilist lihastööd. Seevastu tavapäraste harjutuste programm sisaldas hamstringlihaste harjutusi, milles ei pandud rõhku lihase pikenemisele. Mõlemad programmid sisaldasid kolme erineva suunitlusega harjutust, millest esimene oli suunatud lihase elastsuse suurendamiseks (joonised 5 ja 8), teine oli kombineeritud lihastugevdava harjutuse ja kere-vaagna stabilisatsiooniga (joonised 6 ja 9), kolmandaks oli spetsiifiline lihasjõu harjutus (joonised 7 ja 10).



Joonis 5. L-1 „Sirutaja“.



Joonis 6. L-2 „Sukelduja“.



**Joonis 7.** L-3 „Liugleja“.



**Joonis 8.** C-1. Venitus.



**Joonis 9.** C-2 Pendelharjutus.



**Joonis 10.** C-3 Vaagnatõsted.

Uuringu tulemused näitasid, et sporti naasmise aeg oli venitusharjutuste grupis märgatavalt lühem, keskmiselt 28 päeva, võrreldes tavapäraste harjutustega grupis, kellel oli keskmiseks 51 päeva. Venitustüüpi (tekkis suure liigesliikuvusulatusega liigutustel nagu kõrge jalalöök, spagaatasend ja libistamisharjutus) vigastus taastus kauem kui kiirjooksupõhine (tekib suurel kiirusel jooksmisel ja/või kiirendamisel), vastavalt venitusharjutuste programm: keskmiselt 43 ja 23 päeva ja tavapäraste harjutuste programm: keskmiselt 74 ja 41 päeva. Venitusharjutuste programm oli mõlema vigastustüübi puhul efektiivsem, teise programmi puhul esines ka üks korduvvigastus.

Kõigist 75-st lihasevigastusest 54 (72%) olid kiirjooksutüüpi vigastused ja 21 (28%) venitustüüpi. 52-l 75st (69%) paiknes põhivigastus reie kakspealihase pikas peas ja neist omakorda 25-l (48%) esines sekundaarne vigastus peamiselt (80%) paiknedes

poolkõõluslihases. 75-st 16-l (21%) mängijal paiknes põhivigastus poolkilelihases ja nendest 7-l oli sekundaarne vigastus. Selge enamik (94%) primaarsetest vigastustest paiknes sprinditüüpi vigastuse korral reie kakspealihase pikas peas, samal ajal kui poolkilelihas oli kõige tüüpilisem (76%) asukoht venitustüüpi vigastusele.

Rehabilitatsiooniprogramm, kuhu kuuluvad hamstringlihase venitusharjutused on efektiivsem, kui tavapärase harjutustega programm sporti naasmise aja suhtes eliitjalgpallurite hulgas. Täiskoormustega treeningutele naasmise aeg ja võistlustele pääsemine eliitjalgpalluritel pärast akuutset hamstringlihase vigastust on sõltuv rehabilitatsiooniprogrammi valikust. Antud uuringus vähenes sporti naasmise aeg 23 päeva, 51-lt 28-le päevale, asendades tavapärased harjutused venitusharjutustega (Askling et al., 2013).

### **7.3 Varajane mobiliseerimine**

Varajane jooksmisega alustamine ja isokineetilised harjutused aitavad naasta spordi juurde pärast hamstringlihase vigastuse teket ligikaudu 2 nädala pärast. Antud uuringu rehabilitatsiooniprogramm sisaldas varajast mobiliseerimist koos lihaseelastsuse suurendamisega. Sportlastel lubati naasta sporti pärast alajäsemetevahelise sümmeetrilise jõu ja valuvaba liigesliikuvuse saavutamist kiirjooksul. Kokku uuriti 48 sportlast akuutse hamstringlihase vigastusega, kellest enamik olid kergejõustiklased ja jalgpallurid. Poolkõõluslihase vigastusi sportlastel ei esinenud. Lihavigastustest 25 olid esmased, 23 korduvvigastused. Rehabilitatsiooniprogramm lubab varajast mobiliseerimist pärast esmast vigastust, lisaks erinevad harjutused ja venitused. Pärast diagnostikat kandsid sportlased esimesed 24 tundi põlveliigese otoosi, teisel päeval oli lubatud minna jooksma omavalitud tempoga kuni väsimuseni (tavaliselt 1 miil). Seejärel asetati reie tagaküljele jää 40 minutiks. Kolmandal päeval järgis sportlane jooksuprotokoll, mis sisaldas plüomeetrilisi harjutusi, nagu sääretõstejooks ja üleshüppeid. Teised plüomeetrilised harjutused olid suletud ahela harjutused, sisaldades ühel jalal hüppeid, „känguru hüppeid“ ja üleshüppeid. Samuti oli kavas tagurpidi jooksmine. Teisel päeval pärast vigastust alustati ka progressiivse kõrgemale tõstetud jalaga staatilise venitusega, alustades umbes 48 tolli põrandast. Venitust hoiti 60-90 sekundit. Ekstsentriliste harjutustega alustati kuuendal vigastusjärgsel päeval ja neid sooritati 3 korda nädalas. Isokineetilise rehabilitatsiooniga alustati samuti 6. päeval, sisaldades kaht harjutuse sooritusviisi: kiirjooks, jõukiirusjooks. Sportlased naasid sporti, kui nad saavutasid samaväärse hamstringlihaste funktsiooni ja tugevuse vigastatud ja mittevigastatud alajäseme vahel.

Kõik uuringus osalejad naasid sporti ja 3 neist kogesid uut lihasvigastust. Kombinatsioon 24-tunnisest immobilisatsioonist, staatilisest venitusharjutusest ning progresseeruva koormusega sooritatud kontsentristest, ekstsentristest ja isomeetristest jõuharjutustest vigastatud hamstringlihasele, võimaldab kiiremat taastumist ja lihastugevuse säilitamist I ja II astme hamstringlihase vigastuste osas (Kilcoyne et al., 2011).

#### **7.4 Krüoteraapia ja krüovenitus**

Sefiddashti koos kolleegidega (2017) võrdles krüoteraapia ja krüovenituse lühiefekti valule, liigesliikuvusele ja funktsionaalsele seisundile hamstringlihase akuutse vigastusega sportlastel. Uuringus osales 37 akuutse (vigastus eelneva 48 tunni jooksul) hamstringlihase vigastusega eliitsportlast, I või II astme lihasvigastus, kellel esines ka vigastusjärgne valu. Juhuslikkuse alusel moodustati kaks gruppi: krüoteraapia (n=19; 8 naist, 11 meest) ja krüovenitus (n=18; 8 naist, 10 meest). Sekkumine viidi läbi viiel järjestikusel päeval, iga päev iga kolme tunni tagant (ehk 4-5 korda päevas). Hinnati valu intensiivsust (VAS skaalal puhkeolekus ja tegevustel), põlveliigese liikuvusulatust (aktiivne/passiivne põlveliigese sirutus, mida mõõdeti inklinomeetriga; mõõtmisi viidi läbi 3 korda ja võeti tulemuste keskmine) ja funktsionaalset seisundit (küsimustiku alusel, mis sisaldab 20 küsimust igapäevaste tegevustega hakkama saamise kohta pärast alajäseme vigastust (*the Persian-version of Lower Extremity Functional Scale (LEFS)*)).

Krüoteraapia grupp: enne sekkumist lamamine 10 minutit lõõgastunud ja mugavas asendis. Seejärel asetati jääkotid (purustatud jääga) valusale piirkonnale hamstringlihase kõhule, mis fikseeriti elastiksidemega, et külm püsiks õigel kohal. Krüoteraapiat teostati 20 minutit. Krüovenituse grupp: külmaprotseduuri osa oli esimese grupiga sama, aga lisati juurde staatiline hamstringlihase venitusharjutus (joonis 11). Venitust teostati 3x30 sekundit, mille vahele jäid 10-sekundilised puhkepausid (võis jala pingilt maha tõsta). Venitusaeg kokku 110 sekundit. Uuritavad pidid venitama lihast kuni kerge venitusaistingu, mitte valu tekkeni.



**Joonis 11.** Staatile venitusarjutus.

Krüovenitusel oli võrreldes krüoteraapia grupiga suurem mõju funktsionaalse seisundi (LEFS punktiskoor suurenes vastavalt 12,4 ja 5,6 punkti) ja põlveliigese passiivse liigesliikuvuse ( $7,5^\circ$  ja  $4,3^\circ$ ) paranemisele. Põlveliigese aktiivse liikuvuse ja valu suuruse tulemused kahe grupi vahel oluliselt ei erinenud. Kokkuvõtteks võib öelda, et krüoteraapia koos venitusega on efektiivsem kui külm üksi I ja II astme hamstringlihase vigastuse ravis (Sefiddashti et al., 2017).

### **7.5 PATS vs PRES**

Silder kolleegidega (2013) võrdles kaht rehabilitatsiooniprogrammi: PATS (progresseeruv osavuse ja kere stabilisatsiooni harjutuste programm) ja PRES (progresseeruv jooksu ja ekstsentrilise jõuharjutuse programm). Mõlemad programmid sisaldasid kolme ravifaasi. Esimeses faasis pandi pärast rehabilitatsioonisessiooni läbimist 20 minutiks jääd reie tagaküljele. Uuritavad jätkasid teises faasis, kui suutsid liikuda visuaalsel hindamisel normkõnnimustriga (mõlema jala puhul sama sammupikkus ja toefaas) ja suutsid sooritada isomeetrilist hamstringlihase kontraktsiooni (põlveliigese painutatud  $90^\circ$ ), manuaalsel lihastestimisel vähemalt hindele 4 (5-st). Kolmandasse faasi sai edasi juhul, kui uuritavad olid võimelised sörkima ette ja taha suunas visuaalsel hindamisel normmustriga ja demonstreerisid hinnet 5/5 manuaalsel hamstringlihase jõu hindamisel kolmes asendis: kõhuli asendis alajäse põlveliigese painutatud  $90^\circ$  koos sääreluu neutraalse asendiga, sääreluu roteeritud sissepoole, ja sääreluu roteeritud väljapoole.

PATS programm algas enamasti liigutustega frontaal- ja horisontaaltasapinnas esimese faasiga. Jätkati teise faasi osavus ja kere stabiliseerivate harjutustega horisontaal- ja sagitaaltasapinnas. Kolmandas faasis suurendati harjutuste kiirust ja/või vastupanu (lisa 1). PRES programmi esimene faas sisaldas lühikesesammulist sörkjooksu ja hamstringlihaste

isomeetrilist harjutust. Teine faas sisaldas kontsentrilist ja ekstsentrilist jõuharjutust ning kolmas faas progresseeruvat või intensiivset ekstsentrilist jõuharjutust (*lisa 2*). Jooksmine faasides 2 ja 3 sisaldas kiirjooksuseeriade sooritust koos progresseeruva kiirendusega/aeglustusega (*lisa 3*). Enne ja pärast rehabilitatsiooniprogrammi läbimist viidi läbi MRT ja kehaline hindamine. Rehabilitatsiooniprogramm viidi läbi kodus 5 korral nädalas.

Gruppide vahel olulisi erinevusi ei esinenud, kuid mõlemad programmid andsid positiivseid tulemusi hamstringlihase paranemise osas. Tuleb olla teadlik paranemisprotsessi jätkamisest ka siis, kui normaalne jõud ja funktsioon on juba saavutatud. Seega on oluline iseseisvalt programmi jätkata, et vähendada lihasvigastuse kordumise riski (Silder et al., 2013).

## 8. KORDUVVIGASTUSED

Madala astme hamstringlihase vigastus annab korduvvigastuse tekkeks kõrgema riski kui kõrgema astme vigastus. Malliaropoulos uuris kaaskolleegidega (2011), kas kliiniline hindamine, sisaldades aktiivse liigesliikuvuse defitsiidi mõõtmist 48. tunnil, võib anda varajasi märke korduvvigastuse riskile pärast akuutset hamstringlihase vigastust eliitkergejõustiklastel. 2 aastat pärast uuringut tuvastati, et 13,9% sportlastel on esinenud korduv hamstringlihase vigastus. Sportlastel, kes kogesid I või II astme vigastust, on suurem potentsiaal saada uus vigastus. Vigastusaste määrab ära sporti naasmise aja pärast korduvvigastust ja sportlased, kes kogesid I astme vigastust, näitasid lühemat aega spordi juurde naasmisel pärast korduvvigastust. Need, kel oli II astme vigastus, omasid suuremat riski uue vigastuse tekkeks (24,1%) võrreldes nendega, kellel esines I astme vigastus (9,3%). Madalama astme vigastused (I ja II) on tõenäolised korduma kui kõrgema astme vigastused (III ja IV). Uuringus kasutatud lihasvigastuse klassifikatsioonisüsteem võib anda tõhusa kliinilise vahendi hindamiseks korduva vigastuse riski pärast akuutset hamstringlihase vigastust eliitkergejõustiklastel.

Wangenstein et al., (2016) leidis, et korduvvigastused tekivad üldjuhul põhivigastusega samasse kohta. Samuti väitis, et liiga varajane sporti naasmine soodustab uue vigastuse teket, mistõttu põhivigastuse järgne ravi ei ole olnud täielik. Ka võib vigastus olla hiljem suurema ulatusega. Spetsiifilised harjutused ennetamiseks vigastuse kordumist on hädavajalikud.

## KOKKUVÕTE

Igal spordiga tegeleval inimesel esineb vigastusoht. Kui soojendusel või treeningu lõpus keskendutakse peamiselt reie esiküljelihastele, siis tähelepanuta jäävad reie tagaküljelihased. Just selle tulemusena on ka hamstringlihaste vigastusi kõige rohkem.

Hamstringlihaste vigastus on kõige tavalisem üksikvigastuse alatüüp, mis tekib üldjuhul reie kakspealihase pikas peas. Hamstringlihase vigastused võivad tekkida kiirel jooksmisel või venitusliigutusel suurtel liigesliikuvusulatustel. Vigastuste tekkeoht on suurim eelkõige jalgpallis ja kergejõustikus. Kõige sagedamini tekivad sportlastel vigastused võistlustel võrreldes treeningutega, 72,3 % vigastustest on üldiselt mittekontaktsete ja tekivad kiirendusjooksul (53%).

Vältimaks järjest sagedemat hamstringlihaste vigastuste tekkimist, tuleks juba varakult hakata tegelema põhjalikult ennetustööga. Ka spordiklubidele on suureks katsumuseks vähendada treeningul tekkivaid vigastusi. Hamstringlihaste ekstsentriline treening ja lihaselastsuse parandamine on olulisel kohal vigastuste ennetamisel. *Nordic hamstring* harjutuste sooritamine võimaldab vältida uusi lihasvigastusi enam kui 60-65% ulatuses, korduvvigastuste arv väheneb ligikaudu 85%.

Liiga varajane sporti naasmine soodustab uue vigastuse teket. Ka võib vigastus olla hiljem suurema ulatusega. Eelnevalt vigastatud sportlastel on rohkem kui 2 korda kõrgem risk uuele vigastusele.

Venitustüüpi vigastus taastub kauem kui kiirjooksupõhine vigastus. Vigastusjärgse taastusraviga tuleb jätkata ka siis, kui normaalne lihasjäõud ja funktsioon on juba saavutatud. Seega on oluline iseseisvalt harjutuste sooritamist jätkata, et vähendada lihasvigastuse kordumise riski. Madalama astme vigastused (I ja II) on tõenäolised korduma kui suurema astme vigastused (III ja IV). Korduvvigastused tekivad üldjuhul samasse kohta. Spetsiifilised harjutused ennetamaks vigastuse kordumist on hädavajalikud.

Käesoleva töö eesmärgiks oli saada ülevaade hamstringlihase vigastustest, selle ennetamisest ja ravist sportlaste hulgas. Tänu erinevatele allikatele toetudes sain oma töö eesmärgid täidetud. Teadusuuringutes läbi viidud ennetusprogrammid näitasid positiivseid tulemusi, kuid ometigi on hamstringlihase vigastuste arv jätkuvalt väga suur. Seetõttu tuleks rohkem kaasata treenereid ja sportlasi kasutama vigastusi ennetavaid harjutusi oma treeningprogrammides.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Arnason, A., Andersen, T.E., Holme, I., Engebretsen, L., Bahr, R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2008;18:40-48.
2. Askling, C.M., Tengvar, M., Saartok, T., Thorstensson, A. Acute first-time hamstring strains during high-speed running: a longitudinal study including clinical and MRI findings. *The American Journal of Sports Medicine*. 2007<sub>a</sub>;35(2):197-206.
3. Askling, C.M., Tengvar, M., Saartok, T., Thorstensson, A. Acute first-time hamstring strains during slow-speed stretching: clinical, magnetic resonance imaging, and recovery characteristics. *The American Journal of Sports Medicine*. 2007<sub>b</sub>;35(10):1716-1124.
4. Askling, C.M., Tengvar, M., Saartok, T., Thorstensson, A. Proximal hamstring strains of stretching type in different sports. *The American Journal of Sports Medicine*. 2008;36(9):1799-1804. Doi: 10.1177/0363546508315892
5. Askling, C.M., Tengvar, M., Thorstensson, A. Acute hamstring injuries in Swedish elite football: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *British Journal of Sports Medicine*. 2013;47:952-959. Doi:10.1136/bjsports-2013-092676
6. Aul, J. Inimese anatoomia. Tallinn: *Valgus*; 1976.
7. Bahr, R., Mæhlum, S. Clinical guide to sports injuries. Windsor: Human Kinetics, 2004.
8. Bourne, M.N., Duhig, S.J., Timmins, R.G., Williams, M.D., Opar, D.A., Najjar, A.A., Kerr, G.K., Shield, A.J. Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. *British Journal of Sports Medicine*. 2017;51:469-477. Doi:10.1136/bjsports-2016-096130
9. Cross, K.M., Gurka, K.K., Saliba, S., Conaway, M., Hertel, J. Comparison of hamstring strain injury rates between male and female intercollegiate soccer athletes. *The American Journal of Sports Medicine*. 2013;41(4):742-748. Doi:10.1177/0363546513475342
10. Dalton, S.L., Kerr, Z.Y., Dompier, T.P. Epidemiology of hamstring strains in 25 NCAA sports in the 2009-2010 to 2013-2014 academic years. *The American Journal of Sports Medicine*. 2015;43(11):2671-2679. Doi: 10.1177/0363546515599631

11. Ekstrand, J., Hägglund, M., Waldén, M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *The American Journal of Sports Medicine*. 2011;39(6): 1226-1232.
12. Ekstrand, J., Waldén, M., Hägglund, M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *British Journal of Sports Medicine*. 2016;50(12):731-737. Doi:10.1136/bjsports-2015-095359
13. Engebretsen, A.H., Myklebust, G., Holme, I., Engebretsen, L., Bahr, R. Intrinsic risk factors for hamstring injuries among male soccer players: a prospective cohort study. *The American Journal of Sports Medicine*. 2010;38(6):1147-1153.
14. Ernlund, L. & Vieira, L.A. Hamstring injuries: update article. *Revista Brasileira de Ortopedia*. 2017;52(4):373-382.
15. Guex, K.J., Lugin, V., Borloz, S., Millet, G.P. Influence on strength and flexibility of a swing phase-specific hamstring eccentric program in sprinters' general preparation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016;30(2):525-532.
16. Hägglund, M., Waldén, M., Ekstrand, J. Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: the UEFA injury study. *The American Journal of Sports Medicine*. 2013;41(2):327-335. Doi: 10.1177/0363546512470634
17. Kilcoyne, K.G., Dickens, J.F., Keblish, D., Rue, J.-P., Chronister, R. Outcome of grade I and II hamstring injuries in intercollegiate athletes: a novel rehabilitation protocol. *Sports Health*. 2011;3(6):528-533. Doi: 10.1177/1941738111422044
18. Lee, J.W.Y., Mok, K.-M., Chan, H.C.K., Yung, P.S.H., Chan, K.-M. Eccentric hamstring strength deficit and poor hamstring-to-quadriceps ratio are risk factors for hamstring strain injury in football: a prospective study of 146 professional players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2017. Doi: 10.1016/j.jsams.2017.11.017
19. Lepp, A. Inimese anatoomia. Tartu; Tartu Ülikooli Kirjastus; 2013.
20. Malliaropoulos, N., Isinkaye, T., Tsitras, K., Maffulli, N. Reinjury After Acute Posterior Thigh Muscle Injuries in Elite Track and Field Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*. 2011;39(2):304-310. Doi:10.1177/0363546510382857
21. Mjolsnes, R., Arnason, A., Osthagen, T., Raastad, T., Bahr, R. A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2004;14:311-317.
22. Moore, K.L., Dalley, A.F., Agur, M.R. Clinically Oriented Anatomy. 7th edition. Lippincott Williams & Wilkins; 2013.

23. Naclerio, F., Faigenbaum, A.D., Larumbe, E., Goss-Sampson, M., Perez-Bilbao, T., Jimenez, A., Beedie, C. Effects of a Low Volume Injury Prevention Program on the Hamstring Torque Angle Relationship. *Research in Sports Medicine*. 2013;21(3):253-263.
24. Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M.B., Budtz-Jørgensen, E., Hölmich, P. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*. 2011;39(11):2296-2303. Doi: 10.1177/0363546511419277
25. Pollock, N., Patel, A., Chakraverty, J., Suokas, A., James, S.L.J., Chakraverty, R. Time to return to full training is delayed and recurrence rate is higher in intratendinous ('c') acute hamstring injury in elite track and field athletes: clinical application of the British Athletics Muscle Injury Classification. *British Journal of Sports Medicine*. 2015;0:1-6. Doi:10.1136/bjsports-2015-094657
26. Schuermans, J., Danneels, L., Van Tiggelen, D., Palmans, T., Witvrouw, E. Proximal neuromuscular control protects against hamstring injuries in male soccer players: a prospective study with electromyography time-series analysis during maximal sprinting. *The American Journal of Sports Medicine*. 2017;45(6):1315-1325. Doi: 10.1177/0363546516687750.
27. Sebelien, C., Stiller, C.H., Maher, S.F., Qu, X. Effects of implementing Nordic Hamstring Exercises for semi-professional soccer players in Akershus, Norway. *Orthopaedic Physical Therapy Practice*. 2014;26(2):90-97.
28. Sefiddashti, L., Ghotbi, N., Salavati, M., Farhadi, A., Mazaheri, M. The effects of cryotherapy versus cryostretching on clinical and functional outcomes in athletes with acute hamstring strain. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*. 2017. Doi: 10.1016/j.jbmt.2017.08.007
29. Silder, A., Sherry, M.A., Sanfilippo, J., Tuite, M.J., Hetzel, S.J., Heiderscheit, B.C. Clinical and morphological changes following 2 rehabilitation programs for acute hamstring strain injuries: a randomized clinical trial. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2013;43(5):284-299. Doi: 10.2519/jospt.2013.4452
30. Van der Horst, N., Smits, D.-W., Petersen, J., Goedhart, E.A., Backx, F.J.G. The preventive effect of the Nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*. 2015;43(6):1316-1323. Doi: 10.1177/0363546515574057
31. Van Dyk, N., Bahr, R., Whiteley, R., Tol, J.L., Kumar, B.D., Hamilton, B., Farooq, A., Witvrouw, E. Hamstring and quadriceps isokinetic strength deficits are weak risk

- factors for hamstring strain injuries: a 4-year cohort study. *The American Journal of Sports Medicine*. 2016;44(7):1789-1795. Doi: 10.1177/0363546516632526
32. Wan, X., Qu, F., Garrett, W.E., Liu, H., Yu, B. The effect of hamstring flexibility on peak hamstring muscle strain in sprinting. *Journal of Sport and Health Science*. 2017;6(3):283-289.
33. Wangensteen, A., Tol, J.L., Witvrouw, E., Van Linschoten, R., Almusa, E., Hamilton, B., Bahr, R. Hamstring reinjuries occur at the same location and early after return to sport: a descriptive study of MRI-confirmed reinjuries. *The American Journal of Sports Medicine*. 2016;44(8):2112-2121. Doi: 10.1177/0363546516646086

## **SUMMARY**

### **Hamstring strain injury prevention and rehabilitation.**

Every person who does sport is at risk of injury. Typically the warm-up or training is focused on muscles of the anterior thigh and posterior thigh muscles are neglected. This is why we see so many injuries regarding that muscle group.

Hamstring strain is the single most common injury type in which case the primary injury is located in the long head of biceps femoris. Hamstring injuries may occur during high-speed running or during slow-speed stretching. The largest hamstring strain rates have been reported in soccer, track and field, and football. The rate of hamstring strains was higher in men, mostly during competitions, and during the preseason. Most hamstring strains (72,3%) were due to noncontact and occurred during sprinting (53 %).

In order to avoid hamstring strain injuries, it is better to start prevention early. Hamstring eccentric strength training and flexibility training are important factors in prevention of hamstring strain injuries. Nordic hamstring exercises are able to reduce the injury rate by more than 60%, and are effective in reducing the rate of recurrent injuries by approximately 85 %.

Returning to sport too early may lead to reinjury. The reinjury may also be more severe than the index injury. Previously injured players have more than twice as likely to risk a new hamstring injury.

Recovering from a stretching-type of injury took longer time to return to sport than sprinting-type of injury. It is important to be aware of the continuation of the healing process, even if the normal strength and function have already achieved. Therefore it is important to continue independent rehabilitation to reduce the risk of reinjury. In general, low-grade (grades I and II) injuries were more likely to recur than the high-grade (grades III and IV) injuries. The majority of the hamstring injuries occur in the same location as the index injury. Specific exercise programs focusing on reinjury prevention are highly recommended.

Although research prevention programmes showed positive results, the number of hamstring injuries are still very high. Therefore, trainers and athletes should be more involved in using injuries preventive exercises in their training programs.

## LISA 1 - Progresseeruv osavuse ja kere stabilisatsiooni harjutuste programm.

	<b>Exercises</b>	<b>Sets</b>
<b>Phase 1</b>	Stationary bike <ul style="list-style-type: none"> <li>• Low intensity</li> </ul>	1 x 10 min
	10-m back-and-forth sidedestep shuffle <ul style="list-style-type: none"> <li>• Low to moderate intensity</li> <li>• Pain-free speed and stride</li> </ul>	5 x 30 s
	10-m back-and-forth grapevine <ul style="list-style-type: none"> <li>• Low to moderate intensity</li> <li>• Pain-free speed and stride</li> </ul>	5 x 30 s
	Fast foot stepping in place	3 x 30 s
	Prone body bridge (forearm plank)	5 x 10 s
	Side body bridge (plank)	5 x 10 s on each side
	Supine bent-knee bridge	10 x 5 s
	Standing single-leg balance <ul style="list-style-type: none"> <li>• Progressing from eyes open to eyes closed</li> <li>• Lean forward slightly</li> </ul>	4 x 20 s for each limb
<b>Phase 2</b>	Stationary bike <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderate intensity</li> </ul>	1 x 10 min
	10-m back-and-forth sidedestep shuffle <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderate to high intensity</li> <li>• Pain-free speed and stride</li> </ul>	6 x 30 s
	10-m back-and-forth grapevine <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderate to high intensity</li> <li>• Pain-free speed and stride</li> </ul>	6 x 30 s
	10-m back-and-forth boxer shuffle <ul style="list-style-type: none"> <li>• Low to moderate intensity</li> <li>• Pain-free speed and stride</li> </ul>	4 x 30 s
	Rotating body bridge (hand plank) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5-s hold on each side</li> </ul>	2 x 10 repetitions on each side
	Supine bent-knee bridge with walk-outs <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Begin with knees very bent</li> <li>2. Holding hips up entire time, alternate small steps out with feet, decreasing knee flexion</li> </ol>	3 x 10 repetitions
	Single-leg windmill touches without weight	4 x 8 repetitions per arm per lower limb
	Lunge walk with trunk rotation, opposite-hand toe touch, and T lift <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hip flexed such that the chest and back leg are parallel to the ground as the toe reaches to the opposite foot</li> </ul>	2 x 10 steps per limb
	Single-leg balance with forward trunk lean and opposite-leg hip extension	5 x 10 s per limb
<b>Phase 3</b>	Stationary bike <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderate to high intensity</li> </ul>	1 x 10 min
	30-m back-and-forth sideshuffle <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderate to high intensity</li> <li>• Pain-free speed and stride</li> </ul>	6 x 30 s
	30-m back-and-forth grapevine <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderate to high intensity</li> <li>• Pain-free speed and stride</li> </ul>	6 x 30 s
	30-m back-and-forth boxer shuffle	4 x 30 s

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderate to high intensity</li> <li>• Pain-free speed and stride</li> </ul>	
	<b>Forward/backward accelerations</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pain-free progression from 5 m to 10 m to 20 m</li> </ul>	6 x 30 s
	<b>Rotating body bridge with dumbbell</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5-s hold on each side</li> <li>• 1.4 to 3.6 kg (3-8 lb) based on individual body weight and ability</li> </ul>	2 x 10 repetitions
	<b>Supine single-leg chair bridge</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1 leg on a high chair with hip flexed</li> <li>2. Raise hips, lower, and repeat</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Progress from slow to fast speed</li> </ul>	3 x 15 repetitions
	<b>Single-leg windmill touches with dumbbells</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.3 to 6.8 kg (5-15 lb) based on individual body weight and ability</li> </ul>	4 x 8 repetitions per arm per lower limb
	<b>Lunge walk with trunk rotation, opposite-hand toe touch, and T lift</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hip flexed such that the chest and back lower limb are parallel to the ground as the toe reaches to the opposite foot</li> <li>• 2.3 to 6.8 kg (5-15 lb) based on individual body weight and ability</li> </ul>	2 x 100 steps per limb
	<b>Symptom-free individual practice of sport, avoiding sprinting and high-speed maneuvers</b>	

## LISA 2 - Progresseeruv jooksu ja ekstsentrilise jõuharjutuse programm.

	<b>Exercise</b>	<b>Sets</b>
<b>Phase 1</b>	Stationary bike <ul style="list-style-type: none"> <li>• Low intensity</li> </ul>	1 x 10 min
	Increasing-effort hamstring isometrics <ul style="list-style-type: none"> <li>• Submaximal to maximal</li> </ul>	10 x 10 s at 3 knee flexion angles (30°, 60°, 90°)
	Bilateral supine heel slides <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lie supine on slippery surface</li> <li>2. Slide heels to buttock and back out</li> </ol>	15 repetitions
	<b>Progressive running program</b>	
<b>Phase 2</b>	Stationary bike <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderate intensity</li> </ul>	1 x 10 min
	Prone hamstring curls <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prone with hip flexed at edge of a table (chest and stomach on the table)</li> <li>• Use ankle weights or resistance band</li> </ul>	3 x 12 repetitions, injured limb only
	Prone hip extension off edge of bed or table through full range of motion (chest and stomach on the table) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Use ankle weights or resistance band</li> </ul>	3 x 12 repetitions, injured limb only
	Prone leg lift and knee curl <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lift straight leg slightly off floor (extend hip)</li> <li>2. Flex knee without dropping leg</li> </ol>	2 x 12 repetitions, injured limb only
	<b>Progressive running program</b>	
<b>Pahase 3</b>	Stationary bike <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderate to high intensity</li> </ul>	1 x 10 min
	Nordic hamstring drop-curl progression <ul style="list-style-type: none"> <li>• Complete 2 pain-free sessions before progressing to next level</li> <li>• Complete all 3 sessions, drop only, then progress through sessions again with drop and curl</li> </ul>	3 times per week; (1) 2 x 5 to 8 repetitions, drop only; (2) 3 x 5 to 8 repetitions, drop only; (3) 3 x 9 to 12 repetitions, drop only
	Prone foot catches with ankle weight <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lie prone with hip flexed at edge of table</li> <li>2. Lift leg until parallel with table</li> <li>3. Drop leg quickly</li> <li>4. Try to slow the fall and pause just before foot hits the floor</li> </ol>	2 x 10 to 20 repetitions, injured limb only
	Prone hip extension off the edge of bed or table for full range of motion <ul style="list-style-type: none"> <li>• Use ankle weight</li> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lift leg parallel to the floor</li> <li>2. Drop and catch before leg touches floor</li> </ol> </ul>	2 x 10 to 20 repetitions, injured limb only
	Standing 1-leg foot catches <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stand against the wall</li> <li>2. Repeat the swing phase of sprinting, pausing just prior to full hip flexion, with the knee extended</li> </ol>	2 x 10 to 20 repetitions, injured limb only
	Symptom-free individual practice of sport, avoiding sprinting and high-speed maneuvers	

### LISA 3 – Progresseeruv jooksuprogramm.

<b>Exercises</b>
5 min of gentle stretching before and after each session 3 x 20 s each <ul style="list-style-type: none"> <li>– Standing calf stretch</li> <li>– Standing quadriceps stretch</li> <li>– Half kneeling hip flexor stretch</li> <li>– Groin or adductor stretch</li> <li>– Standing hamstring stretch</li> </ul>
Repeat each level 3 times, progressing to the next level when pain free
Maximum of levels per session
On the following session, start at the second-highest level completed
Ice after each session, 20 min

	<b>Acceleration Distance, m</b>	<b>Constant Speed (Maximum, 75 % Speed) Distance, m)</b>	<b>Decelaration Distance, m</b>
Level 1	40	20	40
Level 2	35	20	35
Level 3	25	20	25
Level 4	20	20	20
Level 5	15	20	15
Level 6	10	20	10
	<b>Acceleration Distance, m</b>	<b>Constant Speed (Maximum, 95 % Speed) Distance, m)</b>	<b>Decelaration Distance, m</b>
Level 7	40	20	40
Level 8	35	20	35
Level 9	25	20	25
Level 10	20	20	20
Level 11	15	20	15
Level 12	10	20	10

Mina Laura Ernits (08.06.1996)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Hamstringlihase vigastuste ennetamine ja ravi, mille juhendaja on Doris Vahtrik,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus 07.05.2018