



Áhrif styrktarþjálfunar á álagseinkenni við hnéskel

Með áherslu á fráfærsluvöðva mjaðma

María Björnsdóttir
Róbert Þór Henn

Ritgerð til BS gráðu

Námsbraut í sjúkraþjálfun



HÁSKÓLI ÍSLANDS
HEILBRIGÐISVÍSINDASVIÐ

LÆKNADEILD

Áhrif styrkarpjálfunar á álagseinkenni við hnéskel
Með áherslu á fráfærsluvöðva mjaðma

María Björnsdóttir og Róbert Þór Henn

Ritgerð til BS gráðu í sjúkráþjálfun

Leiðbeinandi: Árni Árnason

Námsbraut í sjúkráþjálfun

Læknadeild

Heilbrigðisvísindasvið Háskóla Íslands

Júní, 2014

The effects of strength training on patellofemoral pain syndrome
With emphasis on hip abductors

María Björnsdóttir and Róbert Þór Henn

Thesis for a BS degree

Supervisor: Dr. Árni Árnason

Department of Physiotherapy

Faculty of Medicine

School of Health Sciences

June, 2014

Ritgerð þessi er til BS gráðu í sjúkraþjálfun og er óheimilt að afrita ritgerðina á nokkurn hátt nema með leyfi réttihafa.

© María Björnsdóttir og Róbert Þór Henn 2014

Prentun: Háskólaprent ehf.

Reykjavík, Ísland 2014

Áhrif styrktarþjálfunar á álagseinkenni við hnéskel

Með áherslu á fráfærsluvöðva mjaðma

María Björnsdóttir og Róbert Þór Henn

Leiðbeinandi: Árni Árnason

Ágrip

Álagseinkenni við hnéskel eru algeng vandamál hjá fólki sem stundar reglubundna hreyfingu. Þetta er flókið vandamál, m.a. vegna fjölda áhættuþátta. Mörg meðferðarform hafa verið notuð við álagseinkennum við hnéskel, en illa hefur gengið að uppræta einkennin.

Tilgangur þessarar ritgerðar er að skoða hvort styrktarþjálfun fyrir fráfærsluvöðva (e. abductors) mjaðma og fyrir alla vöðvahópa neðri útlíma hafi áhrif í meðferð og forvörnum við álagseinkennum við hnéskel (e. patellofemoral pain syndrome).

Algengi og áhættuþættir voru skoðaðir, sérstaklega í tveimur áhættuhópum, hjá konum og hlaupurum. Leitast var eftir að skoða rannsóknir sem könnuðu áhrif styrktarþjálfunar sem forvörn og meðferð. Æfingaáætlanir þessarra rannsókna voru skoðaðar og rýnt í þjálffræðilega þætti sem og val á æfingum.

Samkvæmt þeim rannsóknum sem skoðaðar voru hefur styrktarþjálfun fyrir fráfærsluvöðva mjaðma og aðra vöðva neðri útlíma jákvæð áhrif á álagseinkenni við hnéskel. Fáar en nýlegar rannsóknir eru til um styrktarþjálfun sem fyrirbyggjandi meðferð en niðurstöður lofa góðu. Óljóst er hvort að langtímaárangur sé af styrktarþjálfun sem meðferðarformi við álagseinkennum við hnéskel og er þörf á frekari rannsóknum á því efni.

Okkar ályktun er sú að styrktarþjálfun nýtist sem hluti af heildrænni meðferð hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskel. Mikilvægt er að útiloka ekki aðrar lausnir s.s. gönguþjálfun eða styrktarþjálfun fyrir kvið og bakvöðva. Hafa þarf í huga að fjölbreytt æfingaval skilar ekki síður árangri en sértæk meðferð fyrir einkennasvæðið. Lykilatriðið felst því í heildrænni og einstaklingsmiðaðri meðferð.

The effects of strength training on patellofemoral pain syndrome

With emphasis on hip abductors

María Björnsdóttir and Róbert Þór Henn

Supervisor: Dr. Árni Árnason

Abstract

Patellofemoral pain syndrome is a common problem for people that are physically active. It is a complicated problem, because of its many risk factors in amongst of other factors. In amongst of other factors numerous treatments have been used with various results, seldom leading to a full recovery.

The purpose of this essay is to research if strength training for the hip abductors and other muscles of the lower limbs is effective in treatment and prevention of patellofemoral pain syndrome.

Etiology and risk factors were examined, focusing mainly on the following two risk groups, women and runners. The aim was to study the effect of strengthening exercises, both for treatment and prevention. The exercise programs of those researches were studied to gain knowledge on the exercise methods and to study which exercises were used in particular.

According to the results of those researches, strength training for the hip abductors and other muscles of the lower limbs has a beneficial effect on patellofemoral pain syndrome. A limited amount, but newly published researches have examined strength training as a prevention treatment, with promising results. Long term effects of strength training as a treatment for patellofemoral pain syndrome is unclear and further research is needed.

Our conclusion is that strength training can be used as a part of a comprehensive intervention in treatment for people with patellofemoral pain syndrome. It is however important, not to exclude other solutions such as gait retraining and strength training for abdominal and back muscles. It's essential to keep in mind that diversity in exercises is just as important as symptomatic treatment alone. The key to success is therefore a comprehensive and individualized treatment.

Þakkir

Við viljum þakka eftirtöldum aðilum fyrir aðstoð við gerð lokaverkefnis okkar til BS gráðu við Námsbraut í sjúkráþjálfun á heilbrigðisvísindasviði Háskóla Íslands:

Dr. Árni Árnason fyrir umsjón með verkefninu, leiðbeiningar, þróun hugmynda og aðstoð við vinnslu þess og yfirllestur.

Dr. Kristín Briem fyrir hugmyndir að þróun verkefnis.

Laufey Sigurðardóttir fyrir yfirllestur verkefnisins.

Ingibjörg Rebekka Guðjónsdóttir fyrir yfirllestur verkefnis.

Máni Rakelarson fyrir andlegan stuðning.

Efnisyfirlit

Ágrip	ii
Abstract.....	iii
Þakkir.....	iv
Efnisyfirlit	v
Myndaskrá	vii
Töfluskrá.....	vii
Orðalisti.....	viii
1 Inngangur	1
1.1 Hreyfingafræði hnéskefjarliðar	1
1.2 Álagseinkenni við hnéskef	3
1.2.1 Einkenni	3
1.2.2 Algengi	3
1.2.3 Áhættuþættir	4
1.2.4 Konur/Kynjamunur	6
1.2.5 Hlauparar	6
1.2.6 Áhrif fráfærsluvöðva mjaðma á álagseinkenni við hnéskef.....	7
1.2.7 Styrktarþjálfun fyrir neðri útlími við álagseinkennum við hnéskef	7
2 Aðferðarfræði.....	9
3 Niðurstöður	11
3.1 Heimildaöflun	11
3.2 Áhrif styrktaræfinga fyrir fráfærsluvöðva mjaðma á álagseinkenni við hnéskef	11
3.3 Áhrif styrktaræfinga fyrir vöðva neðri útlíma á álagseinkenni við hnéskef.....	15
3.3.1 Önnur þjálfunarform og áhrif þeirra á álagseinkenni við hnéskef	17
3.4 Æfingabanki	20
3.4.1 Samantekt æfingabanka	21
3.5 Áhrif fyrirbyggjandi styrktarþjálfunar á álagseinkenni við hnéskef.....	21
3.5.1 Skimun einstaklinga án álagseinkenna við hnéskef.....	22
3.5.2 Fyrirbyggjandi meðferð gegn álagseinkennum við hnéskef.....	23
3.5.3 Áhrif teygjuæfinga, sem fyrirbyggjandi þáttur, á álagseinkenni við hnéskef	25
3.6 Önnur úrræði í meðferð álagseinkenna við hnéskef.....	26
4 Umræður	27
4.1 Styrkminnkun	27

4.2	Styrktarþjálfun.....	27
4.3	Langtímaárangur	28
4.4	Önnur æfingaform.....	28
4.5	Fyrirbyggjandi styrktarþjálfun.....	29
4.6	Önnur úrræði	29
4.7	Svör við rannsóknarspurningum.....	30
4.8	Takmarkanir	30
4.9	Styrkleikar	30
4.10	Tillögur að nýjum/breyttum starfsháttum fyrir sjúkraþjálfara.....	31
5	Samantekt	32
5.1	Rannsóknartillaga	32
	Heimildaskrá.....	34

Myndaskrá

Mynd 1: Hnéskeljarliður.....	1
Mynd 2: Flæðirit.....	4
Mynd 3: Gæsagangur.....	19

Töfluskrá

Tafla 1: Samantekt á æfingum og æfingaáætlunum notaðar í meðferð.....	20
Tafla 2: Samantekt á æfingum og æfingaáætlunum notaðar í forvörn.....	21

Orðalisti

Skammstafanir

ASIS = Anterior superior iliac spine (efri og fremri mjaðmanibba)

E. = Enska

FIQ = Functional index questionnaire (færnisurningalisti)

L. = Latína

LEFI = Lower extremity functional index (LEFI spurningalisti)

M. = Musculus

RM = Repetition maximum (hlutfall af hámarksstyrk)

VAS = Verbal analogue scale (verkjaskali)

VMO = Vastus medialis oblique (skálægi miðlægi víðfaðmi)

Ensk og latnesk orð

Abduction = fráfærsla

Abductors = fráfærsluvöðvar

Adduction = aðfærsla

Adductors = aðfærsluvöðvar

Article type = tegund greinar

ASIS = fremra horn mjaðmarkambs

Biomechanical inefficiencies = vannýtt aflfræðileg geta

Closed chain = lokuð keðja

Dislocation = liðhlaup

Dynamometer = kraftmælir

Eccentric = eksentrískur

EMG = vöðvarafrit

External rotation = útsnúningur

Flexion = beygja

Forceful striking = fótspyrna í upphafi stöðufasa

Frontal = breiddar

Functional = starfrænn

Gait retraining = göngubjálfun

Goose steps = gæsagangur

Glide = rennsli

Ground reaction force = viðnámskraftur jarðar

Internal rotation = innsnúningur

Isokinetic = jafnhraða

Isometric = ísómetrískur

Joint stress = skerkraftur

Kinematic = hreyfingarfræði

Lateral = hliðlægt

Lateral retinaculum = hliðlæg himna

Laxity = slakleiki

Ligament = liðband

Level of evidence = vísindalegur bakgrunnur

Lever = vogararmur

M. gastrocnemius = kálfatvíhöfði

M. gluteus maximus = stærsti þjónvöðvi

M. gluteus medius = miðþjónvöðvi

M. gluteus minimus = minnsti þjónvöðvi

M. hamstrings = aftanlærisvöðvar

M. iliopsoas = mjaðmar- og lundavöðvi

M. obliquus externus = Ytri skákviðvöðvi

M. obliquus internus = Innri skákviðvöðvi

M. quadriceps femoris = fjórhöfði

M. rectus femoris = lærbeinn

M. tensor fasciae latae = lærfellsspennir

M. vastus lateralis = hliðlægur víðfaðmi

M. vastus medialis = miðlægur víðfaðmi

Multiple joint exercise = æfing yfir fleiri en ein liðamót

Non-weight-bearing = ekki þungaberandi

Open chain = opin keðja

Patella alta = hástæð hnéskei

Patella baja = lágstæð hnéskei

Patellar malalignment syndrome = rangstöðueinkenni í hnéskei

Patellar tendon = hnéskeiþrá

Patellofemoral joint = hnéskeiþráliður

Patellofemoral pain syndrome = álagseinkenni við hnéskei

Patellofemoral = hnéskeiþrá-lærlegg

Patellotibial = hnéskeiþrá-sköflung

Peak internal joint moment = hámarkshreyfiútslag

Pronation = ranghverfing

Proprioception = liðskyn

Publication date = dagsetning útgáfu

Quadriceps tendon = fjórhöfðasin

Retroreflective markers = hreyfinemar

Rotation = snúningur

Segment = líkamshluti

Structural = byggingarlegur

Subluxation = liðskekkja

Subtalar Joint = neðanvöluliður

Squinting patella = rangeygð hnéskel

Taping = teiping

Text availability = framboð texta

Tilt = halli

Tractus iliotibialis = lærfellsband

Transverse = þver

Trochlea femoralis = hnéskeljagróf

Tuberositas tibiae = sköflungshnjóskur

Valgus = kið-

Visual feedback = sjónræn endurgjöf

Weight-bearing = þungaberandi

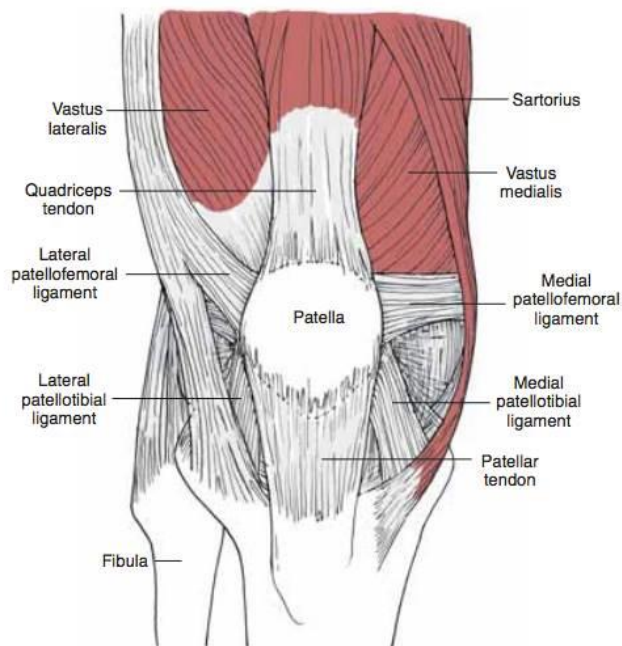
1 Inngangur

Markmið þessa verkefnis er að skoða hvort styrktarþjálfun fyrir fráfærsluvöðva mjaðma (e. abductors) og fyrir vöðvahópa neðri útlíma hafi áhrif á meðferð og forvarnir álagseinkenna við hnéskei (e. Patellofemoral pain syndrome). Aðaláherslan er að kanna hvort styrktarþjálfun hafi áhrif hjá einstaklingum með og án álagseinkenna við hnéskei, bæði sem meðferðarform og sem forvörn. Fyrst verður gerð grein fyrir hreyfingarfræði hnéskeiariðar.

1.1 Hreyfingafræði hnéskeiariðar

Hreyfingafræði (e. kinematics) inniheldur þau hugtök sem lýsa hreyfingu/tilfærslu líkamshluta (e. segment), án tillits til þeirra krafta sem valda hreyfingunni. Beinagrind okkar myndar kerfi, uppbyggt af líkamshlutum og vogarörmum (e. lever), þar sem að beinin virka sem vogararmar (Snyder-Macker og Michael, 2005).

Hnéskeiariður er einn óstöðugasti liður líkamans (Mynd 1). Ein helsta ástæðan fyrir því er að bygging liðflata hnéskeiari og lærleggs samsvara sér illa. Hnéskelin er kúpt inn að miðju, með mun minni liðflöt en lærleggurinn og situr þ.a.l. nokkuð óstöðug í hnéskeiargrófinni. Þrátt fyrir þetta tekur liðurinn við gífurlega miklum krafti frá fjórhöfða (Snyder-Macker og Michael, 2005).



Mynd 1: Hnéskeliariður og stuðningsvefir á hægri fæti (Snyder-Macker og Michael, 2005).

Vöðvar og liðbönd hjálpa til við að halda hnéskelinni stöðugri í hnéskeiargrófinni við hreyfingar. Fjórhöfðasinin (e. quadriceps tendon), hnéskeliarsinin (e. patellar tendon) og hnéskeliar-sköflungs liðböndin (e. patellotibial lig.) styðja hnéskelina að ofan og neðan. Miðlægi og hliðlægi víðfaðmi, hnéskeliar-lærleggs liðböndin (e. patellofemoral lig.) og lærfellsbandið styðja hnéskelina á hliðunum (Mynd 1). Annars vegar getur slaki í stuðningsvefjunum leitt til liðskekkju (e. subluxation) eða liðhlaups

(e. dislocation). Hins vegur getur aukinn stífleiki leitt til of lítills hreyfanleika og þ.a.l. aukins skerkratts (e. joint stress) í hnéskejarliðnum. Aukinn stífleiki í hliðlægum vefjum, s.s. hliðlæga víðfaðma, hliðlæga hnéskejar-lærleggs liðbandi og lærfellsbandi miðað við miðlæga víðfaðma og miðlæga hnéskejar-lærleggs liðbandið getur breytt togstefnunni á hnéskelina. Togstefnan breytist þannig að hnéskelin er staðsett meira hliðlægt í hnéskejargrófinni og rennur því upp og niður eftir grófinni með auknum þrýsting hliðlægt á liðfleti hnéskejar og lærleggs. Við endurtekið álag, vegna rangs rennslis hnéskejarinnar, er líklegt að álagseinkenni við hnéskel komi fram (Snyder-Macker og Michael, 2005). Hliðlægt tog frá lærfellsbandinu, í gegnum hliðlæga hnéskejar-lærleggs liðbandið, eykst með aukinni beygju í hné, sem veldur aukinni samþjöppun í hnéskejarliðnum.

Hreyfingar í hnéskejarliði fylgja eftir hreyfingum í hnéliði. Helstu hreyfingar hnéskejar eru skriðhreyfingar sem eiga sér stað milli liðflata hnéskejar og lærleggs. Hreyfingarnar eru beygja, rétta, miðlægur og hliðlægur halli og miðlægur og hliðlægur snúningur. Þetta eru eðlilegar hreyfingar í hnéskejarliðnum sem fylgja eftir hreyfingum í hnéliði (Snyder-Macker og Michael, 2005).

Aukið Q-horn getur einnig valdið auknu álagi í hnéskejarliðnum. Með auknu Q-horni eykst kiðstaða á hné og getur þannig breytt togstefnu fjórhöfða á hnéskelina þannig að hliðlægi víðfaðmi togi hnéskelina meira hliðlægt en venjulega. Ekki er vitað hvort að aukinn slaki eða stífleiki í liðböndum hnéskejarinnar sé vegna aukinnar eða minnkaðrar vöðvavirkni frá nærliggjandi vöðvum (Snyder-Macker og Michael, 2005).

Eins og áður var nefnt samsvarar hnéskejarliðurinn sér illa. Þegar hnéliðurinn er í fullri réttu er hnéskelin sérlega óstöðug þar sem efri hluti hnéskejargrófar er grynri og ekki eins vel mótaður og neðri hlutinn. Í þessari stöðu er hnéskelin nær hliðlægu brún grófarinnar og því aukin hætta á hliðlægri liðskekkju eða liðhlaupi. Snertiflötur hnéskejar við hnéskejargrófina breytist eftir hreyfiferli hnéliðar. Þegar hnéliður er í 20° beygju er það einungis neðsti hluti hnéskejar sem er í snertingu við undirflötinn. Í 90° beygju er það hins vegar efri hluti hnéskejar sem hefur snertiflöt við hnéskejargrófina og þegar hnéliðurinn er kominn í fulla beygju eru einungis miðlæg og hliðlæg brún hnéskejarinnar sem hafa snertiflöt við grófina (Goodfellow, Hungerford, og Zindel, 1976; Komistek, Dennis, Mabe, og Walker, 2000).

Álag á hnéskejarliðinn ræðst bæði af horni hnéliðarinnar og krafti fjórhöfða. Álagið eykst með aukinni beygju hnéliðar og auknum krafti fjórhöfða, þar sem vogararmur fjórhöfða stækkar með aukinni beygju hnéliðar (Powers, Lilley, og Lee, 1998). Eins og áður sagði er stærð snertiflatar hnéskejarinnar nokkuð jafn að 90° beygju en minnkar mikið eftir það (Snyder-Macker og Michael, 2005). Við göngu, sem krefst u.þ.b. 20° beygju, er álagið á hnéliðinn 25-50% af líkamsþyngd. Með aukinni beygju og auknum krafti fjórhöfða, t.d. í hlaupi eða stigagöngu (sem krefjast allt að 90° beygju í hné), er álagið u.þ.b. 5-6 föld líkamsþyngd (Flynn og Soutas-Little, 1995).

Hástæð hnéskel (*I. patella alta*) og lágstæð hnéskel (*I. patella baja*) hafa áhrif á álag í hnéskejarliði. Hástæð hnéskel veldur því að fjórhöfðasinin snertir hnéskejargrófina seinna enn venjulega, sem veldur auknu álagi á liðinn, þó svo að vogararmur fjórhöfða minnki. Álagið minnkar hins vegar með lágstæðri hnéskel, þar sem fjórhöfðasinin snertir hnéskejargrófina fyrr en venjulega. Þetta leiðir af sér stærri vogararm og lélegra krafvægi fjórhöfða (Singerman, Davy, og Goldberg, 1994).

Hægt er að velta fyrir sér hvort að kvillar, s.s. há/lágstæð hnéskei og aukinn stífleiki í hliðlægum vefjum miðað við miðlæga séu í raun orsök eða afleiðing álagseinkenna við hnéskei. Röng líkamsstaða eða misræmi í vöðvavinnu getur vissulega leitt til rangs álags á hnéskeiþarfi og þannig valdið verkjum. Hins vegar getur breytt líkamsstaða og misræmi í vöðvavinnu einnig verið afleiðing verkja, þ.e. líkamsbeitingin breytist til að forðast verk.

Powers og félagar (2003) rannsökuðu hreyfingar hnéskeiþarfið bæði í þungaberandi og ekki-þungaberandi stöðu (e. non-weight-bearing) hjá sex konum með álagseinkenni við hnéskei og sögu um hliðlæga (e. lateral) liðskekkju á hnéskei. Teknar voru myndir með KMRI (kinematic magnetic resonance imaging) þegar rétt var úr hnénu úr 45° í 0° við framkvæmd þungaberandi og ekki-þungaberandi æfinga. Niðurstöður leiddu í ljós að hliðlæg tilfærsla á hnéskei var áberandi meiri við framkvæmd ekki-þungaberandi hnéréttu miðað við þungaberandi (Powers, Ward, Fredricson, Guilett, og Shellock, 2003).

1.2 Álagseinkenni við hnéskei

1.2.1 Einkenni

Álagseinkenni við hnéskei er klínískt ástand sem einkennist af verk fyrir aftan og í kringum hnéskei. Einkennin koma helst fram í tengslum við athafnir í þungaberandi stöðu (s.s. göngu, hlaup, hopp, stigagöngu og lengri setur, m.a. á hnjám), sérstaklega þegar hnéliðurinn er í beygju (e. flexion). Líklegt er að einkennin aukist ef athöfnin er endurtekin oft og komið fram ýmist við eða eftir framkvæmd athafnarinnar (Davis og Powers, 2010).

1.2.2 Algengi

Álagseinkenni við hnéskei eru algengasta ástæða álagsmeiðsla í neðri útlimum, sérstaklega hjá þeim sem stunda reglulega hreyfingu. Ýmsar upplýsingar eru til um algengi álagseinkenna við hnéskei en margar rannsóknir hafa sýnt algengi í kringum 25% óháð virknistigi (McConnel, 1996). Almenn er talið að algengi álagseinkenna við hnéskei sé hærra hjá konum en körlum (Davis og Powers, 2010) en þó sýndi rannsókn Roush og Bay einungis 12-13% algengi hjá mismunandi líkamlega virkum konum á aldrinum 18-35 ára (Roush og Bay, 2012). Þessar niðurstöður eru gegn þeirri hugmynd að algengi álagseinkenna við hnéskei sé hærra hjá konum.

Nejati og félagar rannsökuðu mismunandi tíðni álagseinkenna á milli íþróttagreina hjá írönskum íþróttakönnum. Þar var klettaklifur með hæstu tíðnina (26%), á eftir komu blak (20%) og hlaup (17%) (Nejati, Forogh, Moeineddin, Baradaran, og Nejati, 2011). Árlega eru 2,5 milljónir hlaupara greindir með álagseinkenni við hnéskei (Davis og Powers, 2010). Ástæðan fyrir þessum fjölda gæti verið sú að hlaup/skogg er líklega ein vinsælasta og algengasta líkamsræktin í heiminum í dag. Álagseinkenni við hnéskei er einnig algengt vandamál í herþjálfun, í Bandaríkjunum, þar sem 37% nýliða fá einkenni við grunnþjálfun (Davis og Powers, 2010). Allt að 70-90% þeirra sem hafa álagseinkenni við hnéskei eru með krónískan eða endurtekinn verk (Davis og Powers, 2010). Einnig hefur nýleg rannsókn sýnt að ungir einstaklingar með einkenni séu í aukinni hættu á að þróa með sér slitgigt í hnéskeiþarfið (e. patellofemoral joint) síðar á æfinni (Davis og Powers, 2010).

1.2.3 Áhættuþættir

Aðal ástæða álagseinkenna við hnéskei er líklega aukið eða óvenjulegt álag á hnéskeiariðiinn. Þáttum sem hafa áhrif á hnéskeiariðiinn má skipta í tvo flokka, ytri og innri (Mynd 2).



Mynd 2: Flæðirit yfir flokkun áhættuþátta.

Ytri áhættuþættir: Við hreyfingu, með snertingu við undirlag myndast ytra álag á hnéliðiinn og því er ytra álagi stjórnað af líkamspunga, göngu/hlaupa hraða, tíðni álags, tegund undirlags og skóbúnaði. Við þungaberandi æfingar eykst álagið á hnéskeiariðiinn, í samræmi við aukna beygju í hné. Aukið æfingaálag veldur einnig auknu álagi á hnéskeiariðiinn og auknum einkennum (Crossley, Cook, Cowan, og McConnel, 2012).

Innri áhættuþættir geta haft áhrif á bæði magn og dreifingu álags á hnéskeiariðiinn. Dreifing á álagi er skilgreind sem hreyfing hnéskeiariði í hnéskeiariðargrófinni (*I. trochlea femoralis*). Hægt er að hafa áhrif á og leiðréttu suma af innri áhættuþáttunum með meðferð. Innri áhættuþættir sem hafa áhrif á hreyfingu hnéskeiariðinnar geta verið staðbundnir eða fjarlægir (Crossley o.fl., 2012).

Staðbundnir áhættuþættir eru m.a. staðsetning hnéskeiariði, áhrif nærliggjandi mjúkvefja og vöðvastjórn á hliðlæga víðfaðma (*I. m. vastus lateralis*) og miðlæga víðfaðma (*I. m. vastus medialis*) (Crossley o.fl., 2012). Allir þessir þættir haldast að einhverju leiti í hendur og hafa innbyrðist áhrif á hvern annan. Skoðun á **staðsetningu og hreyfingu hnéskeiariði** getur aukið skilning á ástæðum álagseinkenna við hnéskei. Virkar og óvirkar hreyfingar í allar áttir geta gefið betri hugmynd um undirliggjandi ástæður. Almennur slakleiki liðbanda (e. ligament laxity) er talinn valda auknum hreyfingum á hnéskei og þ.a.l. auknum álagseinkennum (Al-Rawi og Nesson, 1997).

Áhrif nærliggjandi mjúkvefja s.s. stuttir og stífir hliðlægir vefir, t.d. hliðlægi víðfaðmi og lærfellsband (*I. tractus iliotibialis*) á móti mjúkum og löngum miðlægum vefjum, t.d. miðlægum víðfaðma og aðfærsluvöðvum (e. adductors) mjaðma, getur haft mikil áhrif á álagseinkenni við hnéskei og valdið togi og/eða breyttu álagi á hnéskeiariðiinn (Crossley o.fl., 2012). **Vöðvastjórn á mið- og hliðlæga víðfaðma** getur einnig skipt máli hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskei. Seinkuð virkjun í miðlæga víðfaðma miðað við hliðlæga víðfaðma getur til dæmis leitt til álagseinkenna (Crossley o.fl., 2012). Ójafnvægi í vöðvirkjun er algengt meðal þeirra sem hafa einkenni við hnéskei (Ott, Cosby, Grindstaff, og Hart, 2011). Nauðsynlegt er að skoða viðkomandi einstakling í mismunandi stöðum og athöfnum sem að tengjast virkni hans (Crossley o.fl., 2012).

Fjarlægir áhættuþættir eru meðal annars aukinn innsnúningur (e. internal rotation) á lærlegg, aukin kið- (*I. valgus*) staða á hné, aukinn snúningur (e. rotation) á sköflung, aukin ranghverfing (e. pronation) í framhluta fótar, mislangir fótleggir og ófullnægjandi liðleiki (Crossley o.fl., 2012). **Aukinn innsnúningur á lærlegg**, vegna beinabyggingar, er tengdur við aukna áhættu á álagseinkennum við hnéskei (Barton, Levinger, Menz, og Webster, 2009). Líkamsstöðu- og göngugreining leiðir oft í ljós þennan aukna innsnúning, sem sést þá sem aukin kið-staða á hné, og aukinn snúningur hnéskei inn að miðlínu. Ef þessi staða er á báðum fótleggjum er talað um rangeygðar hnéskei (e. squinting patallae). Einnig er hægt að greina aukinn innsnúning á lærlegg við framkvæmd hnébeygju eða í niðurstigi, t.d. í stigagöngu. Óeðlilegar hreyfingar lærleggs með tilliti til sköflungs geta valdið því að minni flötur hnéskei og lærleggs séu í snertingu, sem getur einnig valdið auknu álagi á hnéskei. Rannsóknir benda til þess að með því að draga úr innsnúningi á lærlegg sé hægt að minnka álagseinkenni við hnéskei (Powers, 2010). **Aukin kið-staða á hné** eða aukið Q-horn er hægt að sjá í standandi stöðu en er einnig oft ýkt í göngu. Q-horn er mæligildi, sem mælir hornið frá efri og fremri mjaðmanibbu (e. ASIS, anterior superior iliac spine) að miðri hnéskei og frá miðri hnéskei að sköflungshnjóski (e. tuberositas tibiae). Aukið Q-horn gefur til kynna aukna aðfærslu og innsnúning á mjöðm. Samkvæmt Livingston og Mandigo er eðlilegt Q-horn talið vera 10° til 15° (Snyder-Macker og Michael, 2005). Mismunandi skoðanir eru á því hvort munur sé á Q-horni karla og kvenna en því hefur verið haldið fram að konur séu með aukið Q-horn vegna nokkurra þátta, s.s. gleiðari mjaðma, aukins innsnúnings á lærlegg og aukinnar kið-stöðu á hné. Horton og Hall sýndu í rannsókn sinni að Q-horn karla væri að meðaltali 11,2° og kvenna 15,8° (Horton og Hall, 1989). Q-horn er oft aukið hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskei og veldur auknum hliðlægum þrýstingi í hnéskei (Meira og Brumitt, 2011). Niðurstöður Huberti og Hayes (1984) gáfu til kynna að ef Q-horn er stækkað um 10° þá verður 45% aukning á þrýstingi milli liðflata, þegar hámarks snerting er á hliðlægum fleti hnéskei (Meira og Brumitt, 2011). Þessi staða veldur verulega auknu álagi á liðinn (Powers, 2010). Einnig getur aukin aðfærsla og innsnúningur í mjöðm eða fall á mjaðmagrind gagnstæðu megin við stöðufót (e. Trendelenburg) í athöfnum, s.s. niðurstigi eða hnébeygju, verið vegna veikleika í miðþjóvöðva (*I. m. gluteus medius*). Þetta getur leitt til aukinnar kið-stöðu í hné og þ.a.l. auknum líkum á álagseinkennum við hnéskei (Crossley o.fl., 2012). **Aukin snúningur á sköflung** getur aukið álag á hnéskei en snúningurinn er annað hvort byggingarlegur (e. structural), þar sem snúningur er á sköflungbeini eða starfrænn (e. functional), sem getur orsakast t.d. af breytingum í mjúkvef (Crossley o.fl., 2012). Snúningur á sköflung tengist einnig hreyfingu í neðanvölulið (e. subtalar joint) í ökkla. Lítið er hægt að gera við auknum byggingarlegum snúningi, þ.e. án aðgerðar, en hægt er að leiðrétta starfrænan snúning (Crossley o.fl., 2012). **Aukin ranghverfing í framhluta fótar** getur einnig valdið einkennum við hnéskei, með því að valda breyttu álagi í öðrum liðum (Boling, Padua, Marshall, Guskiewicz, Pyne, og Beutler, 2009). Aukin ranghverfing í framhluta fótar getur valdið auknum miðlægum snúningi á sköflung og þ.a.l. haft áhrif á hné og hnéskei (Mueller, 2005). Aukna ranghverfingu má sjá í neðanvölulið í standandi stöðu og í göngu. **Mislangir fótleggir** geta valdið auknu álagi á hnéskei, með því að breyta álagshorninu á liðinn (Witvrouw, Lysens, Bellemans, Cambier, og Vanderstraeten, 2000). **Ófullnægjandi liðleiki** og/eða minnkuð stjórn á vöðvum getur haft áhrif á hreyfingu hnéliðarins, eins og áður kom fram. Vöðvar á borð við lærfellsspenni (*I. Tensor*

fascia lata), þ.m.t. lærfellsbandið, lærbein (*I. m. rectus femoris*) og aftanlærisvöðva (e. m. hamstrings) geta leitt til starfrænnar skekkju á mjaðmargrind. Eins geta fjórhöfði (*I. m. quadriceps femoris*), aftanlærisvöðvar og kálfatvíhöfði (*I. m. gastrocnemius*) haft áhrif á liðferla og styrk í hné (Witvrouw o.fl., 2000).

1.2.4 Konur/Kynjamunur

Eins og áður hefur verið tekið fram er almennt talið að konur séu í aukinni hættu á að fá álagseinkenni við hnéskei (Davis og Powers, 2010). Nokkrir þættir eru taldir valda því, t.d. líkamsbygging (s.s. gleiðari mjaðmir, aukið Q-horn og lausari liðbönd), hormónabreytingar tengdar tíðahringnum (estrógen og relaxín), vöðvastjórn (aukin notkun framanlærisvöðva í stað aftanlærisvöðva, minni beygja í hné og mjöðm við lendingu) og aukin kið-staða á hné (oft vegna aukins Q-horns) (Crossley o.fl., 2012). Álagseinkenni við hnéskei eru álagsmeiðsl og eru algengust hjá þeim sem stunda reglulega hreyfingu.

Almennt eru konur hlutfallslega veikari en karlar í fráferslu- og útsnúningu (e. external rotation) vöðvum mjaðma en konur með álagseinkenni eru ennþá veikari í þessum vöðvum miðað við konur án álagseinkenna. Einnig sýna konur aukna aðferslu í mjöðm miðað við karla í starfrænum athöfnum, t.d. í hlaupi og hnébeygju. Konur með álagseinkenni sýna mesta aðferslu (Davis og Powers, 2010).

1.2.5 Hlauparar

Hlaup er algeng líkamsrækt og álagseinkenni við hnéskei algeng hjá þeim hópi. Dierks og félagar fundu aukna þreytu í fráferslu- og útsnúningu vöðvum mjaðma, eftir hlaup, hjá hlaupurum með álagseinkenni við hnéskei miðað við samanburðarhóp, sem var án einkenna. Ísómetrískur styrkur fráfersluvöðva var mældur fyrir og eftir hlaup með kraftmæli (e. dynamometer) og mældist styrkurinn 12% lægri hjá rannsóknarhópnum í enda hlaupsins (Dierks, Manal, Hamill, og Davis, 2008).

Ferber og félagar gerðu rannsókn á hlaupurum með og án álagseinkenna við hnéskei. Rannsóknarhópurinn, með álagseinkenni, fylgdi æfingaáætlun með styrktaræfingum fyrir fráfersluvöðva mjaðma í 3 vikur á meðan viðmiðunarhópurinn gerði engar styrktaræfingar. Í fyrstu mælingum, áður en inngríp var hafið, var álagseinkennahópurinn með veikari mjaðmafráfersluvöðva, og einnig var aukinn breytileiki í stöðugleika og þar með hreyfimyndri í hnéliðum, skoðað í breiddar plani með hreyfinumum (e. retroreflective markers), á milli skrefa í göngu. Enginn munur var á kið-stöðu milli hópa. Þegar inngrípi var lokið, var ísómetrískur (e. isometric) styrkur fráfersluvöðva mjaðma 32,7% meiri en í upphafi hjá álagseinkennahópnum og verkur hafði minnkað um 43,1% á VAS verkjaskala (e. verbal analogue scale). Mismunurinn í hreyfimyndri í hnéliðum hafði minnkað en kið-staða haldist óbreytt (Ferber, Kendall, og Farr, 2011).

Konur sem stunda hlaup sem líkamsrækt eru í aukinni hættu á að fá álagseinkenni við hnéskei. Willson og félagar rannsökuðu vöðvavirkni í miðþjóvöðva og stærsta þjóvöðva (*I. m. gluteus maximus*) hjá hlaupakönnum með álagseinkenni. Skoðuð var tímasetning samdráttar og lengd samdráttar og styrkur vöðvanna í hlaupi. Hlaupakonur með álagseinkenni sýndu seinkaða og styttri virkni í miðþjóvöðva miðað við samanburðarhóp. Ekki var marktækur munur á stærsta þjóvöðva. Aukin aðfersla og innsnúningur í mjöðm hélst í hendur við seinkaða virkni í miðþjóvöðva (Willson, Kernozek, Arndt, Reznichak, og Straker, 2011).

1.2.6 Áhrif fráfærsluvöðva mjaðma á álagseinkenni við hnéskel

Fáar rannsóknir hafa borið saman vöðvavirkni í mjaðmavöðvum hjá einstaklingum með og án álagseinkenna við hnéskel (Meira og Brumitt, 2011) en nýlegar rannsóknir hafa sýnt marktækan veikleika í mjaðmavöðvum hjá þessum einstaklingum (Boling o.fl., 2009; Dierks o.fl., 2008; Meira og Brumitt, 2011). Nokkrar þessara rannsókna hafa leitt í ljós marktæka styrkminnkun í fráfærslu- og útsnúningsvöðvum mjaðma. Robinson og Nee sýndu marktækan veikleika í réttivöðvum mjaðma en Cichanowski marktækan veikleika í aðfærslu- og innsnúningsvöðvum mjaðma (Meira og Brumitt, 2011). Bæði rannsókn Cichanowski og Robinson og Nee gáfu til kynna mestan veikleika í fráfærsluvöðvum mjaðma, allt að 27% styrkminnkun (Meira og Brumitt, 2011). Ekki er vitað hvort að minnkaður vöðvastyrkur í mjaðmavöðvum sé orsök eða afleiðing álagseinkenna við hnéskel (Dierks o.fl., 2008).

Þar sem að fráfærsluvöðvar mjaðma geta haft áhrif á kíð-stöðu í hné og þ.a.l. á álagseinkenni við hnéskel geta styrkjandi æfingar fyrir þessa vöðva reynst vel sem meðferð. Algeng uppbótarhreyfing, til að bæta fyrir veika fráfærsluvöðva mjaðma, er að lyfta mjaðmagrind of mikið á fæti í sveiflufasa. Hreyfingin veldur færslu á vektor viðnámskrafts jarðar (e. ground reaction force) nær miðju mjaðmaliðar og minnkar þar með virkni fráfærsluvöðvanna sem veldur svo auknu álagi á hnéliðinn (Powers, 2010). Vitað er að þreyta leiðir til breytinga á vöðvastyrk og getur því valdið breyttri stjórnun mjaðmagrindar en flestar rannsóknir hafa mælt ísómetrískan styrk, en ekki vöðvaþol. Í framtíðinni mætti rannsaka frekar starfrænni eiginleika, s.s. vöðvaþol og eksentríska vinnu (vinna í lengingu, e. eccentric) (Reiman, Bolgia, og Lorenz, 2009).

Af þessari samantekt er ljóst að mismunandi niðurstöður hafa komið fram um tengsl fráfærsluvöðva mjaðma og álagseinkenna við hnéskel og frekari rannsókna er þörf.

1.2.7 Styrktarþjálfun fyrir neðri útlimi við álagseinkennum við hnéskel

Meðferð við álagseinkennum við hnéskel í formi æfinga hefur að mestu einblínt á að bæta starfsemi þeirra vöðva sem koma að hnéskeljarlið og hnélið. Þar má helst nefna bætta starfsemi fjórhöfða og fráfærsluvöðva mjaðma. Bæði styrktarþjálfun og hvíld minnka verki og bæta færni hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskel. Styrktarþjálfun hefur gefið bestan árangur, en þó liggja ekki fyrir ákveðnar æfingar sem virkar best. Eins eru fáar niðurstöður sem benda til langtímaáhrifa af þjálfun, en verkir og einkenni hafa almennt tekið sig aftur upp innan árs eftir að þjálfun er hætt (Frye, Ramey, og Hart, 2012).

Algennt er að styrkminnkun sé í hnérétu við skoðun einstaklinga með álagseinkenni við hnéskel. Styrktarþjálfun fyrir fjórhöfða hefur því almennt verið hluti af meðferð sjúkraþjálfara hjá þessum hópi. Hana er hægt að framkvæma um einn lið eða í þungaberandi stöðu, um fleiri en einn lið (e. multiple-joint exercises). Notkun æfinga sem krefjast vöðvavinnu yfir tvö liðamót og þá í þungaberandi stöðu hefur aukist í meðferð. Ástæðan er sú að hreyfingar í þungaberandi stöðu eru mun líkari þeim hreyfingum sem einstaklingur framkvæmir við daglegar athafnir. Eins hefur verið sýnt að æfingar sem reyna á fleiri vöðva og vinna yfir fleiri liðamót minnka álag á hnéskeljarliðinn. Ekki hefur fundist tölfraðilega marktækur munur á milli þessara þjálfunarforma þegar litið er til verkja, styrks í hnérétu og færni. Má því draga þá ályktun að bæði meðferðarformin hafi jákvæð áhrif og nýtist í meðferð gegn

álagseinkennum við hnéskei. Því er ekki hægt að útliloka aðra aðferðina heldur ætti að velja meðferðarform einstaklingsmiðað (Herrington og Al-Sherhi , 2007).

Loftháð þjálfun hefur lítið verið rannsökuð með tilliti til álagseinkenna við hnéskei (Ott o.fl., 2011). Í loftháðri þjálfun þurfa vöðvarnir að vinna í þeim aðstæðum þar sem einkenni koma oftast fram, þ.e.a.s. við framkvæmd athafna líkt og að ganga, hlaupa og hoppa (Davis og Powers, 2010). Minnkaður styrkur miðþjóvöðva hefur verið mældur eftir langa æfingu og sýndu niðurstöður að veikleiki og þreyta vöðvans geti haft áhrif á stöðu lærleggs. Vöðvinn, sem á að vinna í fráfærslu og útsnúningi mjaðma, gefur eftir sem veldur aukinni aðfærslu og innsnúningi í mjöðm. Afleiðing stöðunnar verður aukin kiðstaða hnés og aukið hliðlægt kraftvægi á hnéskei (Ott o.fl., 2011).

Almennt er talað um framkvæmd æfinga í opinni keðju (e. open chain) og lokaðri keðju (e. closed chain). Talað er um hreyfingu í opinni keðju þegar annar endi líkamshlutar hreyfist frjállega en lokaða keðju þegar báðir endar líkamshlutar eru stöðugir og hreyfast ekki frjállega. Algengur miskilningur er að hugtökin lokuð keðja og þungaberandi staða (e. weight-bearing) séu samheiti. Líkamshluti getur verið í lokaðri keðju án þess að vera í þungaberandi stöðu og öfugt (Snyder-Macker og Michael, 2005). Hjólreiðar eru til dæmis æfing í lokaðri keðju en ekki í þungaberandi stöðu og hnérétta/beygja í tæki er þungaberandi æfing í opinni keðju. Eins og áður var nefnt koma álagseinkennum við hnéskei helst fram í tengslum við athafnir í þungaberandi stöðu, s.s. göngu, hlaup, hopp, stigagöngu og lengri setur, m.a. á hnám. Auknar líkur eru á einkennum eftir því sem hnéliðurinn er í aukinni beygju (Davis og Powers, 2010).

Rannsóknir gefa til kynna að styrktarþjálfun hafi jákvæð áhrif á álagseinkennum við hnéskei. Nauðsynlegt er þó að rannsaka frekar hvað æfingar, af hvaða ákefð og hvaða aðrir þættir hafi áhrif í meðferð og forvörn álagseinkenna við hnéskei. Margir áhættuþættir geta leitt til álagseinkenna við hnéskei og vegna algengi einkennanna er mikilvægt að samantekt sé gerð á þeim niðurstöðum sem liggja fyrir um áhrif styrktarþjálfunar. Slíkar niðurstöður gætu reynst gagnlegar fyrir sjúkrapjálfa í meðferð og forvörn slíkra einkenna. Í kjölfarið verður stuðst við eftirfarandi þrjár rannsóknarspurningar í þessari ritgerð;

1. Hefur sérhæfð styrktarþjálfun fyrir fráfærsluvöðva mjaðma áhrif á álagseinkennum við hnéskei?
2. Hefur styrktarþjálfun fyrir vöðva neðri útlima áhrif á álagseinkennum við hnéskei?
3. Hefur styrktarþjálfun fyrir fráfærsluvöðva mjaðma fyrirbyggjandi áhrif á álagseinkennum við hnéskei?

2 Aðferðarfræði

Gagnagrunnar notaðir við heimildaleit og skilyrði sem sett voru: Við heimildarleit var PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) sá gagnagrunnur sem mest var notaður. Einnig var notast við ScienceDirect (<http://www.sciencedirect.com>). Nokkur leitarorð voru notuð. „PFPS“ (patello femoral pain syndrome) var alltaf notað í sameiningu með öðrum leitarorðum; „*exercise*“, „*hip exercise*“, „*treatment*“, „*gluteus medius*“, „*prevention program*“, „*overuse injuries*“, „*gait training*“ og „*hip abductors*“. Leitin á PubMed var afmörkuð með því að velja ákveðin leitarskilyrði; tegund greinar, framboð texta og tími frá útgáfu. Í tegund greinar (e. article type) var hakað við eftirfarandi möguleika; „*Clinical trial*“, „*Randomized controlled trial*“, „*Meta-Analysis*“, „*Review*“ og „*Systematic reviews*“. Í framboð texta (e. text availability) var hakað við „*Full text available*“ og í dagsetning útgáfu (e. publication date) var hakað við 10 ár til þess að ritgerðin væri byggð á nýjustu tilgátum og niðurstöðum í faginu. Allar greinar voru úr ritrýndum tímaritum og fræðibókum og leitin var ekki takmörkuð við ákveðin tungumál en hins vegar voru allar rannsóknir sem notaðar voru á ensku. Á ScienceDirect voru eftirtalin leitarskilyrði sett; hakað var við greinar og bækur og leit takmörkuð frá 2003. 200 greinar komu upp á PubMed þegar einungis var slegið inn PFPS, en 552 á ScienceDirect. Heimildarleit byrjaði 29. ágúst 2013 og var hætt 5. apríl 2014.

Við gerð þessarar heimildarritgerðar var leitað að tveimur tegundum rannsókna, annars vegar tilraunum og hins vegar fylgnirannsóknum. Markmiðið var að bera saman tvo hópa, einstaklinga með og án álagseinkenna við hnéskel. Í tilraun er *inngríp*, í þessu tilviki styrkjandi æfingar fyrir fráfærsluvöðva mjaðma. Síðan er *viðmiðunarhópur* sem fær ekki inngríp. Rannsóknir á ákveðnum tegundum af meðferð eru til þess gerðar að kanna áhrif meðferðar við bestu mögulegu aðstæður og árangur hennar í klíník. Spindler og félagar héldu því fram að besta leiðin til að kanna áhrif og árangur meðferðar sé tilraun með slembiúrtaki og viðmiðunarhóp, þ.e. randomized controlled trial (Spindler, Kuhn, Dunn, Matthews, Harrell, og Dittus, 2005). Við val á þátttakendum í greinum var lögð áhersla á rannsóknir þar sem þátttakendur voru karlar og konur, sem stunda reglulega hreyfingu, sérstaklega hlaupara. Ástæðan fyrir því er sú að álagseinkenni við hnéskel kemur helst fram við endurteknar hreyfingar í þungaberandi stöðu, t.d. hlaup.

Dæmi um heimildaleit: Leitarorð: PFPS treatment Leitarvél: PubMed. Upp komu 35 leitarniðurstöður. Sett skilyrði: Dagsetning útgáfu: 10 ár frá birtingu, framboð texta: „full text available“ og tegund greinar: „clinical trial“.

Skimun heimilda: Lagt var upp með að skoða rannsóknir með háa flokkun í vísindalegum bakgrunni (e. level of evidence). Samantektarrannsóknir eru metnar á stigi 3 og var því miðað við stig 1-3. Fljótlega kom í ljós að of fáar rannsóknir uppfylltu þær kröfur og var því breytt um áherslu í flokkun, sökum fárra niðurstaðna við leit sem þóttu við hæfi, þ.e. af vísindalegum styrkleika 1-3. Því voru skoðaðar allar þær greinar sem innhéldu niðurstöður sem tengdust efninu. Nokkur atriði réðu vali okkar á greinum. Til að byrja með var það titillinn á greininni en leitað var að leitarorðunum í titlinum og ef hann innihélt þau var útdrátturinn skoðaður. Síðan var skoðað hversu margir höfundar komu að skrifum greinarinnar, menntunarstig þeirra og rannsóknarstofnun sem rannsóknin var gerð við og í hvaða tímariti greinin var gefin út.

Skekkjur: Við val á rannsóknum og greinum voru mögulegar skekkjur í greinum skoðaðar með tilliti til eftirfarandi þátta: Skoðað var tölfræðilegt afl m.a. með því að skoða fjölda þátttakenda, val í hópa, hvort að viðmiðunarhópur væri til staðar. Aðferðafræðin í rannsóknunum var metin, t.d. hvers konar rannsóknarsnið var notað, hvernig tölfræðipróf voru notuð til að meta niðurstöður og einnig hvernig staðið væri að íhlutun og hvað hún fól í sér. Skoðað var samræmi í þeim niðurstöðum sem birtar voru í mismunandi rannsóknum.

3 Niðurstöður

3.1 Heimildaöflun

Við heimildaleit voru 117 rannsóknir skimaðar og af þeim voru 74 notaðar við skrif ritgerðarinnar. Útilokaðar voru 43 rannsóknir sem ekki voru í opnum aðgangi eða þar sem skilgreiningin á álagseinkennum við hnéskel var ekki nægilega skýr. Ekki voru margar rannsóknir sem uppfylltu þau skilyrði sem höfð voru til viðmiðunar í upphafi heimildaleitar og því var skilyrðum breytt eins og nefnt var í aðferðafræðikaflanum. Fáar gæða rannsóknir komu upp við leit á heimildum og því kröfur á gæði rannsókna ekki eins miklar og lagt var upp með í upphafi.

3.2 Áhrif styrktaræfinga fyrir fráfærsluvöðva mjaðma á álagseinkenni við hnéskel

Álagseinkenni við hnéskel er eins og áður kom fram mjög algengt vandamál hjá þeim sem stunda reglubundna líkamsrækt. Álagseinkenni eru oftast flókin og margþætt vandamál og geta því verið erfið og tekið langan tíma í meðhöndlun. Yfirleitt hafa rannsóknir og meðferð á álagstengdum einkennum við hnéskel beinst að nærliggjandi vöðvum, en þó hefur lengi hefur verið viðurkennt að vöðvavirkni (styrkur og samhæfing) mjaðmavöðva geti verið skert hjá einstaklingum með álagseinkenni við hné (Powers, 2003). Sérstaklega hefur umræðan beinst að veikum fráfærslu- og útsnúningsvöðvum mjaðma, sem eru mikilvægir til að halda rétttri stöðu neðri útlíma við þungaberandi athafnir. Minnkaður styrkur eða samhæfing í þessum vöðvum getur hugsanlega haft áhrif á nokkra af áhættuþáttum álagseinkenna við hnéskel, s.s. aukinn innsnúning og aukna aðfærslu á lærlegg, með skaðlegum afleiðingum í hné (Davis og Powers, 2010).

Sífelld fleiri vísendingar benda til þess að vöðvavirkni mjaðmavöðva sé skert hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskel. Í nýlegri samantektargrein, kom í ljós að konur með álagseinkenni við hnéskel voru með marktækt veikari fráfærslu-, útsnúnings- og réttivöðva mjaðma, miðað við konur án álagseinkenna (Prins og Wurff, 2009). Brindle og félagar (2003) fundu með vöðvarafriti, marktækt seinkaða virkni í miðþjóvöðva hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskel miðað við einstaklinga án álagseinkenna (Brindle, Mattacola, og McCrory, 2003). Cowan og félagar (2009) komust að sömu niðurstöðu nokkrum árum síðar (Davis og Powers, 2010). Þrátt fyrir þetta er skortur á rannsóknum sem kanna áhrif styrktaræfinga fyrir mjaðmavöðva. Fleiri slíkar rannsóknir eru þarfar til að skilja betur hvaða áhrif skert virkni í mjaðmavöðvum hefur á þróun og meðferð álagseinkenna við hnéskel (Davis og Powers, 2010).

Í eftirfarandi kafla verða teknar saman niðurstöður rannsókna á álagseinkennum við hnéskel, með áherslu á vöðvavirkni og styrktaræfingar fyrir fráfærsluvöðva mjaðma. Baldon og félagar (2009) báru saman vöðvavirkni mjaðmavöðva í lengingu (eccentric), hjá 10 konum með og 10 konum án álagseinkenna við hnéskel, eftir reglulega líkamsrækt eða langar setur. Kraftvægi vöðvanna var metið með jafnhraða (hreyfing á jöfnum hraða e. Isokinetic) kraftmæli í fjórum vöðvahópum, þ.e. frá- og aðfærsluvöðvum ásamt inn- og útsnúningsvöðvum. Niðurstöður leiddu í ljós að kraftvægi í frá- og aðfærsluvöðvum var marktækt lægra hjá konum með álagseinkenni við hnéskel miðað við samanburðarhópinn. Munur á fráfærsluvöðum var 28% og 14% á aðfærsluvöðvum. Enginn munur var

á kraftvægi í inn- og útsnúningsvöðvum. Álykta má út frá þessari niðurstöðu að eksentrískar styrktaræfingar, fyrir fráfærsluvöðva mjaðma, myndu henta vel í meðferð hjá konum með álagseinkenni við hnéskel (Baldon, Nakagawa, Muniz, Amorim, Maciel, og Serráo, 2009).

Rannsóknir Meira og Brumitt og Baldon og félagar bentu til veikleika í mjaðmavöðvum en óvíst er hvort veikir mjaðmavöðvar séu orsök eða afleiðing álagseinkenna við hnéskel. Ástæðurnar fyrir því geta verið nokkrar, t.d. mismunandi mælingaraðferðir og fjöldi þátttakenda. Flestar rannsóknir hafa skoðað hámarksstyrk en ekki úthald vöðvanna en breyting verður á hreyfimyndum mjaðma eftir því sem vöðvarnir þreytast (Reiman o.fl., 2009). Rannsaka þarf nánar hvort úthald og hámarkskraftur og hvaða tegund vöðvasamdráttar hafi mest áhrif á minnkaði verki og bætingu á færni í hné hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskel (Earl og Hoch, 2010).

Hollman og félagar (2009) töldu að sterkir fráfærsluvöðvar mjaðma myndu draga úr kið-stöðu á hné og þ.a.l. gæti styrktarþjálfun fyrir þessa vöðva hjálpað einstaklingum með álagseinkenni við hnéskel. Hins vegar komust þeir að því að stærsti þjónvöði hafði mest að segja um minnkaða kið-stöðu á hné. Einnig leiddu niðurstöður þeirra í ljós að marktækt jákvæð fylgni var á milli aukins ísómetríks styrks í miðþjónvöðva og aukinnar kið-stöðu á hné (Hollman, Ginos, Kozuchowski, Vaughn, Krause, og Youdas, 2009). Hugsanlega gæti þó verið önnur skýring á þessari niðurstöðu, sem var gegn tilgátu rannsóknar Hollman og féлага. Aðalhlutverk miðþjónvöðva er fráfærsla, en vöðvinn gegnir einnig öðru hlutverki, þ.e. innsnúningi lærleggs. Vogararmur miðþjónvöðva í innsnúning eykst með aukinni beygju í mjöðm (Delp, Hess, Hungerford, og Jones, 1999). Styrkur innsnúningsvöðva mjaðma var hins vegar ekki mældur í rannsókn Hollman og féлага. Miðþjónvöðvi framkallar innsnúning á lærlegg eftir því sem beygja í mjöðm eykst, eins og við niðurstig í rannsókn þeirra. Vegna þessa er möguleiki á að aukin virkni í vöðvanum leiði til aukinnar aðfærslu á lærlegg og þ.a.l. aukinnar kið-stöðu á hné. Einnig er möguleiki að sérhæfð styrktarþjálfun fyrir miðþjónvöðva, til að minnka kið-stöðu á hné, án meðfylgjandi styrktarþjálfunar fyrir stærsta þjónvöðva, geti dregið úr tilætluðum árangri (Hollman o.fl., 2009).

Eins og fram kom fyrr í kaflanum sýndu bæði rannsókn Brindle og féлага (2003) og Cowan og félagar (2009) marktækt seinkaða vöðvavirkni í miðþjónvöðva hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskel. Rannsókn Bartons og féлага (2012) styður þetta. Þeir könnuðu tengsl á milli vöðvavirkni miðþjónvöðva og stærsta þjónvöðva við álagseinkenni við hnéskel. Mælingar voru allar gerðar með vöðvarafriti. Niðurstöður sýndu marktækt að vöðvavirkni í miðþjónvöðva sé bæði seinkuð og styttri við stigagöngu hjá einstaklingum með álagseinkenni. Niðurstöður bentu ekki til þess að vöðvavirkni í miðþjónvöðva væri seinkuð og styttri við hlaup og að vöðvavirkni stærsta þjónvöðva væri aukin við stigagöngu. Afleiðingar styttri og seinkaðrar vöðvavirkni í miðþjónvöðva geta valdið skertri getu til að stjórna mjaðmagrind í breiddar og þver plani (Barton, Lack, og Malliaras, 2012). Rannsókn Davis og Powers (2010) styður þetta. Niðurstöður þeirra leiddu í ljós að einstaklingar með álagseinkenni við hnéskel sýna seinkaða virkni í miðþjónvöðva miðað við víðfaðma vöðvana við upp- og niðurstig. Einnig er hugsanlegt að stærsti þjónvöðvi vinni þá með víðfaðma vöðvunum og útiloki miðþjónvöðvann, eins og kom fram hjá Barton og félögum.

Earl og Hoch (2010) rannsökuðu áhrif styrktarþjálfunar fyrir mjaðma-, kvið- og bakvöðva hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskel. Þátttakendur voru níttján konur (meðalaldur 22,68) með álagseinkenni. Þær fylgdu 8 vikna æfingaáætlun með áherslu á fráfærslu- og útsnúningsvöðva

mjaðma, framanverða og hliðlæga kviðvöðva og bakvöðva. Enginn viðmiðunarþópur var í rannsókninni en í staðinn var notast við fyrir og eftirmælingar. Eftirfarandi þættir voru skoðaðir; lífsgæði og verkir með Kujala verkja og lífsgæða spurningalistanum, verkir með VAS verkjaskala, ísómetrískur styrkur í fráfærslu- og útsnúningsvöðvum mjaðma, úthald í framanverðum og hliðlægum kviðvöðvum og bakvöðvum, þar sem þátttakendur héldu plankastöðu í eins langan tíma og þeir gátu, hreyfiferlar í mjöðmum, hnjám og öklum og að lokum hámarkshreyfiútslag (e. peak internal joint moments) í sömu liðum í stöðufasa í hlaupi, mælt með kraftplötu og þrívíddarhreyfinemum. Þátttakendur mættu 1-2 sinnum í viku, 30-60 mínútur í senn, til sjúkrapjálfa sem hafði umsjón með æfingaáætluninni. Einnig gerðu konurnar æfingarnar heima a.m.k. 3 sinnum í viku, og tóku upp á myndavél til staðfestingar. Lögð var áhersla á rétta líkamsbeitingu við framkvæmd æfinganna. Æfingaáætlunin samanstóð bæði af styrktar- og teygjuæfingum. Fyrstu tvær vikurnar var lögð áhersla á að læra æfingarnar og nota rétta vöðva. Næstu 3 vikurnar var stignun yfir í æfingar sem fólu í sér meiri hreyfingu (dynamic exercise). Síðustu þrjár vikurnar var síðan lögð áhersla á yfirfærslu í starfrænar æfingar og að þátttakendur væru meðvitaðir um rétta stöðu liða og rétta líkamsbeitingu. Niðurstöður (Tafla 1, bls. 20) sýndu marktæka bætingu í flestum þáttum, 15,9% betri útkoma var á Kujala spurningalistanum og marktæk minnkun á verkjum samkvæmt VAS verkjaskalanum. Styrktaraukning varð á fráfærsluvöðvum mjaðma um 12% og 16% á útsnúningsvöðvum. Einnig varð 51% bæting á úthaldi í hliðlægum kviðvöðvum en engin marktæk breyting varð á úthaldi í framanverðum kviðvöðvum og bakvöðvum. Einnig var marktæk minnkun á hreyfiútslagi í kið-stöðu í hnélið í hlaupi. Kujala spurningalistinn og VAS verkjaskalinn voru síðan sendir til þátttakenda 6 mánuðum eftir að þeir luku æfingaáætluninni. Flestir þátttakendur komu svipað út þá og strax eftir 8 vikurnar, en sumir höfðu versnað lítillega. Samkvæmt þessum niðurstöðum hafa styrktaræfingar fyrir mjaðma-, kvið- og bakvöðva almennt jákvæð áhrif og gætu nýst vel í meðferð álagseinkenna við hnéskei (Earl og Hoch, 2010).

Ferber og félagar (2011) komust að svipaðri niðurstöðu hjá 15 hlaupurum með og 10 hlaupurum án álagseinkenna við hnéskei. Þar fylgdu þátttakendur 3 vikna æfingaáætlun með áherslu á styrktarþjálfun fyrir fráfærsluvöðva mjaðma. Niðurstöður (Tafla 1, bls. 20) voru marktækar og leiddu í ljós að ísómetrískur styrkur fráfærsluvöðva var 32,7% meiri en í upphafi og verkur á VAS verkjaskala hafði minnkað um 43,1%. Einnig hafði aukinn breytileiki á hreyfimyndri í hnéliðum, skoðað í breiddar plani með hreyfinemum, minnkað marktækt, en kið-staða haldist óbreytt (Ferber o.fl., 2011).

Þar sem að álagseinkenni við hnéskei er, eins og áður sagði, flókin og margþætt vandamál hefur reynt erfitt að þróa/útbúa stöðluð meðferðarfyrimæli. Mascal og félagar (2003) reyndu það með rannsókn á tveimur konum með álagseinkenni við hnéskei. Tölfræðilegt afl rannsóknarinnar er ekki mikið, stig 4 af 5, þar sem þátttakendur voru einungis tveir. Konurnar fylgdu 14 vikna æfingaáætlun með áherslu á styrkjandi úthaldsæfingar fyrir bol- og mjaðmavöðva. Eftirfarandi þættir voru skoðaðir fyrir og eftir 14 vikurnar; Kujala verkja og lífsgæða spurningalistinn, verkir með VAS verkjaskala, vöðvastyrkur og að lokum hlutlægt og huglægt mat á hreyfingarfræði neðri útlíma (lower-extremity kinematics) við göngu og niðurstig. Við mælingar í upphafi rannsóknar sýndu konurnar engin afbrigði í stöðu eða hreyfingu hnéskei. Hins vegar voru þær báðar með aukna aðfærslu, innsnúning og kið-stöðu á hné við göngu og niðurstig og einnig með veika fráfærslu-, rétti- og útsnúningsvöðva mjaðma. Æfingaáætlunin var þannig uppbyggð að fyrstu 6 vikurnar voru framkvæmdar æfingar í ekki-

þungaberandi stöðu, næstu 4 vikur voru gerðar æfingar í þungaberandi stöðu og síðustu 4 vikurnar fóru í starfræna þjálfun. Eins og áður kom fram er tölfræðilegt afl rannsóknarinnar ekki mikið og niðurstöður þ.a.l. ekki marktækar. Því er mikilvægt að taka niðurstöðunum með fyrirvara en um leið er vert að skoða mikilvæga þætti þeirra. Niðurstöðurnar leiddu í ljós (Tafla 1, bls. 20) minnkuð álagseinkenni og minnkaða aðfærslu, innsnúning og kið-stöðu á hné í göngu og niðurstigi. Hjá annarri konunni jókst kraftur í miðþjóvöðva um 50% og stærsta þjóvöðva um 55% og hjá hinni konunni jókst kraftur í miðþjóvöðva um 90% og 110% í stærsta þjóvöðva. Mascall og félagar ályktuðu út frá þessum niðurstöðum að skoðun og meðferð á bol- og mjaðmavöðvum komi til greina sem hluti að meðferð við álagseinkennum við hnéskei. Einnig má hugleiða að nota þessar æfingar hjá einstaklingum með skerta hreyfistjórn í neðri útlímimum (Mascall, Landel, og Powers, 2003).

Boling og félagar (2006) komust hins vegar að öðrum niðurstöðum. Þeir könnuðu áhrif þungaberandi æfinga, með áherslu á fjórhöfða og fráfærsluvöðva mjaðma, á álagseinkenni við hnéskei. Þátttakendur voru 14 einstaklingar með álagseinkenni í rannsóknarhóp og 14 einstaklingar án álagseinkenni í viðmiðunarhóp. Æfingaáætlun var fylgt í 6 vikur. Niðurstöður (Tafla 1, bls. 20) leiddu í ljós marktæka styrk aukningu í fjórhöfða og auk þess mældust verkir á VAS og færni á FIQ (e. modified functional index questionnaire) sem er sérhæfður spurningalisti fyrir álagseinkenni við hnéskei, marktækt betri. Hins vegar fannst enginn marktækur munur á virkjunarhraða og virkjunartíma, mælt með EMG, á fráfærsluvöðvunum fyrir og eftir 6 vikurnar (Boling, Bolgla, Mattacola, Uhl, og Hosey, 2006).

Ástæður fyrir mismunandi niðurstöðum í þessum tveimur rannsóknum eru óljósar. Æfingaáætlanir þeirra voru svipað uppbyggðar en Mascall og félagar lögðu þó meiri áherslu á kvið- og bakvöðva ásamt mjaðmavöðvum á meðan Boling og félagar lögðu áherslu á miðþjóvöðva og fjórhöfða. Þátttakendur í rannsókn Mascalls og félaga fylgdu æfingaáætluninni í 14 vikur en þátttakendur í rannsókn Bolings og félaga í 6 vikur. Þetta getur vissulega haft áhrif á niðurstöðurnar. Eins getur fjöldi þátttakenda haft áhrif á niðurstöðurnar en eins og áður var nefnt voru þátttakendur í rannsókn Mascalls og félaga einungis 2 konur en 28 þátttakendur voru í rannsókn Bolings og félaga.

Tyler og félagar (2006) könnuðu áhrif styrktar- og teygjuæfinga hjá 35 einstaklingum (29 konum og 6 körlum) með álagseinkenni við hnéskei. Við upphafsskoðun voru eftirfarandi þættir skoðaðir; styrkur í beygju-, aðfærslu- og fráfærsluvöðvum mjaðma, Thomas og Ober próf og verkur á VAS verkjaskala. Við upphafsmælingar var styrkur í beygju- og fráfærsluvöðvum mjaðma marktækt minni í veikari hlið þátttakenda. Enginn munur var í styrk á aðfærsluvöðvum á milli hliða. Thomas próf var jákvætt í 31 af 43 (72,1%) tilvikum og Ober próf var jákvætt í 39 af 43 (91%) tilvikum. Þátttakendurnir fylgdu 6 vikna æfingaáætlun með styrktaræfingum og teygjuæfingum með áherslu á mjaðmavöðva. Einnig fengu þau mjúkvefjameðferð, jafnvægisæfingar og heimaæfingar. Skilgreining rannsakenda á árangursríkri meðferð var 1,5 cm minnkun á 10 cm VAS verkjaskala og 18% aukning á ísómetrískum styrk í beygjuvöðvum mjaðma. Ef þessum skilyrðum var ekki náð taldist meðferðin ekki árangursrík. Eftir 6 vikur sýndu niðurstöður (Tafla 1, bls. 20) að styrkur í beygjuvöðvum mjaðma hafði aukist um 35% hjá þátttakendum sem hlutu árangursríka meðferð. Til samanburðar hafði styrkur í beygjuvöðvunum minnkað um 1,8% hjá þátttakendum sem ekki hlutu árangursríka meðferð. Styrkbreyting, hvort sem var aukning eða minnkun, í frá- og aðfærsluvöðvunum hafði engin áhrif á útkomu meðferðar.

Árangursrík meðferð hélst í hendur við eðlilegt (neikvætt) Ober próf í 83% tilvika og Thomas próf í 80% tilvika. Þátttakendur sem uppfylltu skilyrðin fyrir árangursríka meðferð voru í 93% tilvika með eðlilega niðurstöðu á Ober og Thomas prófi ásamt því að styrkur beygjuvöðva hafði aukist (>20%). Höfundar ályktuðu út frá þessum niðurstöðum að styrkukning í beygjuvöðvum mjaðma ásamt auknum liðleika í lærfellsbandi og mjaðmar- og lundavöðva (*l. m. Iliopsoas*), haldist í hendur við árangursríka meðferð gegn álagseinkennum við hnéskei (Tyler, Nicholas, Mullaney, og McHugh, 2006). Fjöldi þátttakenda var ekki mikill í þeim rannsóknum sem skoðaðar voru í þessum kafla og þar af leiðandi minnkaði tölfraeðilegt afl þeirra. Fjórar af fimm rannsóknum sem skoðuðu styrktarþjálfun fyrir fráfersluvöðva mjaðma höfðu viðmiðunarhóp, sem styrkti niðurstöður þeirra þrátt fyrir takmarkaðan fjölda þátttakenda.

Eins og niðurstöður ofangreindra rannsókna gefa til kynna eru tengsl veikra fráfersluvöðva mjaðma og álagseinkenna við hnéskei til staðar. Rannsóknir hafa bæði sýnt skertan ísómétrískan styrk og seinkaða og minni virkni í miðþjóvöðva hjá einstaklingum með álagseinkenni. Einnig hafa rannsóknir gefið til kynna veikleika í öðrum vöðvahópum mjaðma, t.d. beygju-, rétti- og útsnúningsvöðvum. Hins vegar er ekki vitað hvort veikir fráfersluvöðvar mjaðma séu orsök eða afleiðing álagseinkenna við hnéskei. Eins og áður var nefnt hafa flestar rannsóknir skoðað hámarksstyrk en ekki úthald vöðvanna, en hreyfimyntur mjaðma breytist eftir því sem vöðvarnir þreytast. Nauðsynlegt er því að rannsaka betur fráfersluvöðva mjaðma í úthalds- og færnivinnu, við þær athafnir sem framkalla einkenni, til þess að auka skilning á tengslum fráfersluvöðva mjaðma og álagseinkenna við hnéskei.

Rannsóknir á styrktarþjálfun fyrir fráfersluvöðva mjaðma hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskei hafa hins vegar gefið mismunandi niðurstöður. Niðurstöður nokkurra rannsókna hafa bent til jákvæðra áhrifa styrktaræfinga fyrir fráfersluvöðva mjaðma á meðan aðrar rannsóknir hafa komist að þeirri niðurstöðu að styrktarþjálfun fráfersluvöðva hafi engin áhrif á álagseinkennin. Niðurstöður rannsókna hafa einnig sýnt tengsl milli álagseinkenna við hnéskei og vöðvavirkni nokkurra annarra vöðva neðri útlíma, t.d. fjórhöfða (Boling o.fl., 2006), stærsta þjóvöðva (Mascal o.fl., 2003), miðþjóvöðva (Ferber o.fl., 2011) og beygjuvöðva mjaðma (Tyler o.fl., 2006). Eins og nefnt er hér að ofan, þá er nokkuð ljóst að frekari rannsókna er þörf til að leiða betur í ljós hvernig styrktarþjálfun og þjálfun hvaða vöðvahópa beri mestan árangur í meðhöndlun álagseinkenna við hnéskei.

3.3 Áhrif styrktaræfinga fyrir vöðva neðri útlíma á álagseinkenni við hnéskei

Með tilliti til afleiðinga álagsmeiðsla við hnéskei s.s. endurtekinna meiðsla og áhættu á slitgigt er mikilvægt að meðhöndlun feli ekki eingöngu í sér einkenameðferð (Crossley o.fl., 2012). Meðferð ætti að vera heildræn og taka mið að því að uppræta alla þá þætti sem við koma breyttu álagi og verkjum í hnéskeiþjálfun (Crossley o.fl., 2012). Styrktarþjálfun miðar að því að styrkja vöðva og liðumbúnað í kringum liðamót og bæta vöðvavirkni. Hún hefur bæði verið sett fram í formi einfaldra fjórhöfðaæfinga og í formi flóknari æfinga. Almenn sýnir styrktarþjálfun bættu færni og minnkaða verki umfram hvíld sem meðferðarform (Davis og Powers, 2010; van Linschoten, 2009).

Rannsóknir síðustu ára hafa að mestu leiti beinst að styrktarþjálfun fyrir hreyfingafræðilegt misræmi og veikleika í mjaðmavöðvum hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskei (Bolgia, Malone, Umberger, Uhl, 2011). Eins og áður kom fram í kaflanum um styrktarþjálfun fyrir fráfærsluvöðva mjaðma, gerðu Mascall og félagar (2003) rannsókn á áhrifum styrktarþjálfunar fyrir bol- og mjaðmavöðva á álagseinkenni við hnéskei. Í kjölfar niðurstaðna þeirra komu upp vangaveltur þess efnis að fleiri þættir en bætt staða mjaðma í innsnúningi og aðfærslu hefði jákvæð áhrif á álagseinkennin (Mascall o.fl., 2003). Í þeim rannsóknum sem skoðuðu styrktarþjálfun mjaðma voru flestar æfingarnar framkvæmdar í þungaberandi stöðu. Með því að vinna í þungaberandi stöðu taka æfingarnar líka til hnéréttivöðva (Bolgia, 2011).

Með þetta tvennt að leiðarljósi eru takmörkuð rök fyrir því að styrktarþjálfun fyrir mjaðmavöðva sé ein og sér nægileg til þess að ná fram langtíma árangri í meðferð einstaklinga með álagseinkenni við hnéskei. Verðugt væri að rannsaka styrktarþjálfun þar sem einangruð þjálfun mjaðmavöðva væri skoðuð í samanburði við einangraða þjálfun hnéréttivöðva. Tölfræðilegt afl niðurstaðna ofantalinna rannsókna er takmarkað vegna fárra þátttakenda. Áhugavert væri að endurtaka þessar rannsóknir með stærra þýði.

Ott og félagar (2011) rannsökuðu áhrif loftháðrar þjálfunar á miðlæga víðfaðma, hliðlæga víðfaðma og miðþjóvöðva hjá 20 einstaklingum með álagseinkenni við hnéskei og 20 einstaklingum án. Þeir lögðu fram tilgátu um að þjálfunin myndi minnka álag í hnérétu, minnka átak fjórhöfða og auka virkni í miðþjóvöðva hjá einstaklingum með álagseinkenni. Verkir voru metnir á VAS verkjaskala og togkraftur í hnérétu var metinn með jafnhraða krafmæli (e. isokinetic dynamometer). Virkjun stærsta þjóvöðva, miðlægs- og hliðlægs víðfaðma var metin með EMG mælingu við framkvæmd seilingar eftir hlut á öðrum fæti. Loftháð æfing fór fram á göngubretti þar sem gengið var í 20 mínútur. Verkir voru metnir á VAS af þátttakendum í lok þolþjálfunar og því næst voru mælingarnar endurtekna, að utanskyldri loftháðu æfingunni. Niðurstöður bentu til þess að einstaklingar án álagseinkenna við hnéskei hefðu marktækt meiri togkraft í hnérétu, miðað við einstaklinga með álagseinkenni sem auk þess upplifðu verki eftir íhlutun. Ekki var þó marktækur munur milli þátttakenda án álagseinkenna við hnéskei og þeirra með einkenni sem voru án verkja eftir íhlutun. Við fræmkvæmd seilingar á öðrum fæti mældist ekki marktækur munur á milli hópanna, hvorki fyrir né eftir æfinguna. Marktæk seinkun var á virkjun miðþjóvöðva hjá þátttakendum með álagseinkenni sem upplifðu verk eftir íhlutun miðað við mælingu fyrir íhlutun. Samanburður var gerður á EMG mælingum hjá hópunum fyrir og eftir íhlutun. Þátttakendur með álagseinkenni við hnéskei, sem upplifðu aukna verki eftir íhlutun, voru með marktæka seinkun, 25%, á virkni miðlægs víðfaðma og 12% seinkun á virkni hliðlægs víðfaðma. Þeir einstaklingar sem upplifðu ekki verki í lok æfingar sýndu marktæka 15% seinkun á virkjun miðþjóvöðva. Af þessum niðurstöðum drógu rannsakendur þá ályktun að miðþjóvöðvi væri uppspretta breyttrar virkni tauga- og vöðvakerfis í æfingum hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskei (Ott o.fl., 2011). Þátttakendur án álagseinkenna við hnéskei höfðu marktækt aukinn togkraft í hnérétu, eftir 20 mínútna loftháðu þjálfun, miðað við einstaklinga með álagseinkenni og verki. Ástæðan er óljós en kenningar eru um að lélegri virkjun fjórhöfða, breytt hreyfimyntur og/eða truflanir í virkni og kraftminnkun seinki viðbragði miðlæga- og hliðlæga víðfaðma. Tilgátur Ott og féлага eru að truflun í starfsemi fjórhöfða leiði til þróunar álagseinkenna við hnéskei. Breytingar í miðlæga og hliðlæga

viðfaðma voru eingöngu marktækt mælanlegar hjá þeim þátttakendum sem voru með meiri verki en aðrir í rannsóknarhópnum. Ott og félagar drógu þá ályktun að einstaklingar tileinki sér aðlagða stjórnun fjórhöfða í hreyfingu þegar vöðvinn vinnur í lengingu og minnki þannig átak á hnéskejarliðinn. Aðlögunina töldu þeir felast í því að viðnámskröftum væri dreift yfir stærra svæði hnéskejarliðarins í hnéréttunni (Ott o.fl., 2011).

Þjálfun hefur mismunandi áhrif eftir því hvernig hún er uppsett og framkvæmd. Østerås og félagar (2013) báru saman áhrif þjálfunar á mismiklu álagi, á verki og færni. Tveir 21 manna hópar tóku þátt í íhlutun. Þátttakendur voru greindir með álagseinkenni við hnéskei, fyrir íhlutun, af sjúkraþjálfurum á vegum rannsóknarinnar. VAS verkjaskali var notaður til að meta verki. Færni var metin með niðurstigsprófi og aðlagða FIQ spurningalistanum. Í niðurstigsprófinu stigu þátttakendur niður á öðrum fæti af 20 cm háum palli eins oft og þeir gátu á 30 sekúndum. Mælingar fóru fram í upphafi og lok íhlutunar, 12 vikum síðar. Annarsvegar var rannsóknarhópur sem æfði af mikilli ákefð og framkvæmdi margar endurtekningar (e. high dose, high-repetition MET) og hinsvegar viðmiðunarhópur sem framkvæmdi æfingar af minni ákefð og notaði færri endurtekningar. Rannsóknarhópurinn æfði í samtals 1 klst., 3x í viku, með áherslu á háan fjölda endurtekninga (30x) en viðmiðunarhópurinn æfði í samtals 20 min á dag, 3x í viku, með fáum endurtekningum (10x). Æfingarnar sem hóparnir gerðu voru að hjóla, uppstig, niðurstig, hnébeygja og hnérétta. Ekki var marktækur munur á milli hópanna við upphafsmælingar. Niðurstöður (Tafla 1, bls. 20), úr mælingum allra þátta, sýndu marktækt að þjálfun af mikilli ákefð með mörgum endurtekningum hafði jákvæðari áhrif á einkenni og færni heldur en þjálfun af minni ákefð með færri endurtekningum (Østerås, Østerås, Torstensen, og Vasseljen, 2013).

Østerås og félagar (2013) gerðu eftirfylgnirannsókn sem kannaði hvort langtímaáhrif fengjust af þjálfun af mikilli ákefð með mörgum endurtekningum. Notast var við sama þýði og í ofangreindri rannsókn. Tölfræðilegt afl hélst þrátt fyrir brottfall þátttakenda. Endurmælingar voru framkvæmdar ári eftir íhlutun og voru engin afskipti höfð af þjálfun þátttakenda í millitíðinni. Sömu þættir voru mældir, með sömu prófum og spurningalistum. Niðurstöður sýndu marktækt jákvæð langtímaáhrif af þjálfun á miklu álagi með mörgum endurtekningum miðað við viðmiðunarhóp. Rannsóknarhópurinn sýndi aukna bætingu í öllum þeim þáttum sem voru mældir. Viðmiðunarhópnum hafði hinsvegar hrakað, verkir voru auknir og færni minnkuð (Østerås, Østerås, og Torstensen, 2013).

3.3.1 Önnur þjálfunarform og áhrif þeirra á álagseinkenni við hnéskei

Ganga er flókin samsett hreyfing sem miðar að því að færa líkamann sem eina heild með samhæfðum hreyfingum líkamshluta (Olney, 2005). Gönguþjálfun krefst margra hreyfinga auk réttar og samhæfðrar vöðvavinnu. Með því að ná fram sem bestu göngulagi, með rétttri beytingu og hreyfistjórn, er leitast við að gangan sé hagkvæm. Ganga ætti því að vera áreynslulítill fyrir vöðva og ekki valda umfram álagi á liðamót (Shumway-Cook og Woollacott, 2012).

Noehren, Scholz og Davis gerðu rannsókn þar sem gönguþjálfun (e. gait retraining) var notuð sem meðferðarform við álagseinkennum tengdum hnéskei. Greindir voru 117 einstaklingar, karlar og konur, með álagseinkenni við hnéskei, 85 þeirra voru greindir við hlaup á upptöku og af þeim uppfylltu 11 skilyrði til þátttöku í rannsókninni. Skilyrði fyrir þátttöku voru mikið aukin aðfærsla í mjóðm, fall á mjaðmagrind gagnstæðu megin við stöðufót og mikil kið-staða á hnjám sem olli því að þau snertust

næstum því í hlaupi. Af þeim 11 sem voru hæfir til þátttöku tóku 10 þátt í rannsókninni og rannsóknarhópurinn samanstóð því af 10 kvenkyns hlaupurum með álagseinkenni við hnéskei. Í upphafi rannsóknar voru verkir metnir við hlaup á VAS verkjaskala. Rannsóknarhópurinn var tekinn upp á myndband og hlaupagreindur þar sem skoðað var fall á mjaðmagrind gagnstæðu megin við stöðufót og aukin kíð-staða á hnjám í miðstöðu. Hreyfimyntur var skoðað með því að láta hópinn framkvæma 5 hnébeygjur á öðrum fæti. Því næst tók við þriggja mínútna upphitun á göngubretti og í lokin þriggja mínútuna hlaup á göngubretti. Hreyfingarfræði hvers liðar voru skoðuð í stöðufasa í hlaupi. LEFI spurningalistinn (Lower Extremity Functional Index) var lagður fyrir til að meta verki og færni við athafnir. Fyrstu mælingar voru gerðar í upphafi rannsóknar, seinni mælingar í lok íhlutunar og eftirmælingar einum mánuði síðar. Íhlutun fól í sér 8 göngubjálfunartíma með sjónrænni endurgjöf (e. visual feedback) á skjá. Á skjánum sáu þátttakendur stöðu mjaðma og áttu að einbeita sér að því halda eðlilegri stöðu á meðan gönguæfingunni stóð. Í fyrstu 4 tímunum var 100% endurgjöf og sem síðan var minnkuð stig af stigi í seinni 4 tímunum. Þátttakendum var ráðlagt að hlaupa ekki utan æfingatíma en eftir íhlutun var þeim ráðlagt að auka lengd og álag í hlaupi hægt og rólega í einn mánuð, fram að næstu mælingum. Niðurstöður voru marktækar fyrir seinkun á aðfærslu mjaðma við hlaup og minnkaðs falls á mjaðmagrind gagnstæðu megin við stöðufót. Verkir voru marktækt minni í lok bjálfunartímabils auk þess sem að skor þátttakenda á LEFI spurningalista var marktækt hærra og færni þeirra því aukin. Framför mældist í eftirfylgnimælingu samanborið við mælingar í lok íhlutunar (Noehren, Scholz, og Davis, 2010). Rannsóknarhópurinn var fremur lítil og tölfræðilegt afl rannsóknarinnar því ekki mikið. Áhugavert væri að rannsaka efnið nánar með stærra þýði og skoða hvort að niðurstöður væru svipaðar.

Bætt göngumyntur hefur jákvæð áhrif á bætt hlaupamyntur (Noehren o.fl., 2010). Af þessum niðurstöðum má draga þá ályktun að með því að virkja þá vöðva sem ekki vinna rétt sé hægt að ná fram bætingum sem yfirfærast á aðrar athafnir, minnka verki og auka færni. Göngubjálfunin er notuð sem hreyfistjórnunaræfing sem lærist, yfirfærast og nýtist því við framkvæmd þeirra athafna sem stefnt er að, s.s. hlaup eða aðra líkamsrækt.

Gæsagangur (e. goose steps) er frábrugðin gönguaðferð sem notuð hefur verið sem meðferðarform við álagseinkennum við hnéskei. Wu, Choue og Hong (2008) gerðu rannsókn í Tævan þar sem íhlutun fól í sér tvöenskona aðferðir við gæsagang. Annars vegar var gæsagangur með léttu niðurstigi og hinsvegar gæsagangur með kraftmiklu niðurstigi. Rannsóknin miðaði að því að auka styrk í miðlægum víðfaðma. Gæsagangur var framkvæmdur þannig að hné fór í 60° beygju í sveiflufasa og var í afslappaðri stöðu, þ.a. leggurinn var í lóðréttri stöðu. Fóturinn var síðan færður til jarðar eftir að rétt hafði verið úr hné og ökkla (Wu, Chou, og Hong, 2009), (Mynd 3).

Rannsóknarhópurinn samanstóð af 40 konum á aldrinum 20-40 ára með rangstöðueinkennum við hnéskei (e. patellar malalignment syndrome), en slík einkenni eru oft hluti af álagseinkennum við hnéskei hjá íþróttafólki. Í greiningu þátttakenda var lögð áhersla á að fram kæmu einkennum rangrar stöðu á hnéskei miðað við hnéskeiargróf, hallandi hnéskei eða hliðlægt liðlos hnéskei. Röntgenmynd var tekin til að bera saman stöðu hnéskei fyrir og eftir íhlutun. Kujala spurningalistinn var notaður til að meta færni og getu til athafna. Með EMG mælingu var styrkur miðlægs- og hliðlægs víðfaðma metinn, auk styrkhluftfalls milli vöðvanna tveggja. Mælingar fóru fram í upphafi rannsóknar,

eftir 1 mánuð af íhlutun og síðustu mælingar 3 mánuðum síðar. Rannsóknarhópnum var skipt í tvo hópa, sem fengu sitt hvora íhlutunina, annar framkvæmdi gæsagang með fótaspyrnu í upphafi stöðufasa og hinn gæsang án fótaspyrnu við upphaf stöðufasa. Gæsagangan var kennd og ráðlagt var að stunda hana í 30 mínútur á dag undir eftirliti maka.



Mynd 3: Gæsagangur hermanna í Norður-Kóreu. Myndin er tekin af fréttasíðu CNSnews, netsíðunni <http://cnsnews.com/image/goose-step> (AP Photo/Vincent Yu).

Niðurstöður bentu marktækt til að þjálfun á gæsagangi dragi úr rangstöðueinkennum við hnéskei. Samkvæmt Kujala spurningalista varð marktæk bæting hjá 72,5% þátttakenda. Marktæk framför var bæði eftir 1 mánuð og eftir 3 mánuði. Eins bentu niðurstöður til marktækra bætinga í virkni milli miðlægs- og hliðlægs víðfaðma, ýmist í annarri eða þriðju mælingu. Rannsóknin gefur hugmynd um þjálfunarform sem gæti nýst til meðferðar hjá einstaklingum sem stunda reglubundna hreyfingu og eiga við álagseinkenni við hnéskei að stríða (Wu, Chou, og Hong, 2009).

Eins og fyrr hefur verið nefnt er tölfræðilegt afl rannsókna í þessum kafla ekki mikið vegna fárra þátttakenda. Viðmiðunarhópur var ekki til staðar í rannsókn Noehren og félaga (2010) og eins voru 2 rannsóknarhópar sem hlutu mjög svipaða íhlutun í rannsókn Wu og félaga (2008).

3.4 Æfingabanki

Í þessum kafla verða æfingar og æfingaáætlanir, sem skoðaðar voru við gerð þessarar ritgerðar. Æfingar notaðar í meðferð (Tafla 1) og förvörn (Tafla 2), verða skoðaðar sem og magn þeirra.

Tafla 1: Samantekt á æfingum og æfingaáætlunum notaðar í meðferð við álagseinkennum við hnéskel.

Rannsókn	Þátttakendur	Hvaða æfingar	Fjöldi endurtekninga og setta	Hversu lengi	Niðurstöður
Mascal og félagar, (2003)	2 kvk með álagseinkenni við hnéskel og skerta stjórn í mjöðm, í breiddar og þver plani.	Áhersla á styrkingu bol- og mjaðmavöðva. Stignun úr ekkibungaberandi yfir í þungaberandi og starfrænar æfingar. Hliðarlega; skel, fótalyfta. Magalega; fótalyfta. Staðið á öðrum fæti og æfingar gerðar með höndum eða lausa fætinum. Hnébeygja á öðrum og báðum fótum í tæki. Framstig með teygju um hné.	10-15 endurtekningar /10 sek. ísóm. spennan 15x. 2-3 sett. Heimaæfingar 2x á dag.	14 vikur	Minnkaðir verkir, bætt hreyfingarfræði neðri útlíma, styrkukning í miðþjóðvöðva (50% og 90%) og stærsta þjóðvöðva (55% og 110%). Bætt liðhreyfing í hné í göngu og niðurstigi.
Boling og félagar, (2006)	28 sjálfbóðaliðar, 14 með og 14 án álagseinkenna við hnéskel.	Áhersla á fjórhöfða og fráfærsluvöðva mjaðma. Stignun vikulega. Teygjur; kálfar og læri. Hnébeygja, fram- og hliðarstig, hælalyftur, staðið á öðrum fæti (ýmsar æfingar).	Teygjur 5x20sek Allar æfingar 10 endurtekningar, 3 sett. 3x í viku (1x undir eftirliti sjúkraþj. og 2x heima).	6 vikur	Styrkur í fjórhöfða jókst en engin marktæk bæting í fráfærsluvöðvum mjaðma. Marktæk bæting á verk og færni (FIQ).
Tyler og félagar, (2006)	35 einstakl. (29 kvk og 6 kk., meðalaldur 33 ár) með álagseinkenni við hnéskel.	Áhersla á mjaðmavöðva. Beygja, rétta, að- og fráfærsla í mjöðm gegn mótstöðu, teygjur á sömu vöðvum, hnébeygja, framstig, uppstig, jafnvægi á öðrum fæti, sprengikraftspjálfun, liðlosun.	Mismunandi fjöldi endurtekninga og setta. Stjórnad af sjúkraþjálfara hverju sinni.	6 vikur	Marktæk aukning á styrk í beygjuvöðvum mjaðma ásamt eðlilegu Ober og Thomas prófi komu fram í 93 % árangursríkra meðferða.
Ferber og félagar, (2011)	25 hlauparar, 15 í rannsóknarhóp, með álagseinkenni við hnéskel og 10 í viðm.hóp, án álagseinkenna.	2 styrktaræfingar fyrir fráfærsluvöðva mjaðma. Fráfærsla og 45° rétta í mjöðm með teygjubandi í standandi stöðu.	Fótlegg haldið í fráfærslu eða réttu í 2 sek. og 2 sek. í núllstöðu. 10 endurtekningar fyrir hvorn fót, 3 sett, daglega.	3 vikur	Marktækar niðurstöður hjá rannsóknarhóp: Styrkur fráfærsluvöðva 32,7% meiri en í upphafi og verkur minnkað um 43,1%.
Earl og Hoch, (2011)	19 kvk (meðalaldur 22,7 ára), allar greindar með álagseinkenni við hnéskel.	Áhersla á kvið, bak- og mjaðmavöðva. Æfingar í hliðarlegu (fráfærsla lærleggs), æfing í magalegu (4 fótæfingar). Ísóm. spennan á öðrum fæti. Teygjur; kálfar og læri.	10-20 endurtekningar. 3 sett. Ísómetriskar æfingar: 15x2 haldið í 10 sek. 3 sett. 30-60 min. í senn. 1-2x í viku undir eftirliti sjúkraþj. og 3x í viku heima.	8 vikur	Marktæk minnkun á verkjum á VAS og 15,9% marktæk aukning á færni á Kujala skalanum. Marktækt aukinn styrkur í hliðlægum kviðvöðvum, fráfærslu- og útsnúningsvöðvum mjaðma. Marktækt minnkuð kið-staða á hné við hlaup.
Østerås og félagar, (2013)	42 einstakl. með álagseink. við hnéskel, skipt í rannsóknar- og viðmiðunarhóp.	Rannsóknarhópur: hjól, upp- og niðurstig, hnérétta og hnébeygja. Viðm.hópur Sömu æfingar og rannsóknarhópur	Rann.hópur: Mikil ákefð og margar endurt.; hjól í 30 mín., 30 endurt., 3 sett. 3x í viku, 1klst í senn. Viðm.hópur: Minni ákefð og færri endurt.; hjól í 10 mín., 10 endurt., 2 sett. 3x í viku í 20min í senn.	12 vikur	Engin munur á hópunum í upphafi. Eftir 12 vikur var rannsóknarh. með marktækt minni verki og bætt færni samkv. niðurstigsprófi og FIQ.

Tafla 2: Samantekt á æfingum og æfingaáætlunum notaðar í forvörn álagseinkenna við hnéskel.

Rannsókn	Þátttakendur	Hvaða æfingar	Fjöldi endurtekninga og setta	Hversu lengi	Niðurstöður
Brushøj og félagar, (2008)	1020 hermenn í grunnþjálfun (meðalaldur; 20,9 ár). Danmörk.	5 æfingar: 1a; hnébeygja, 1b; framstig, 2; fráfærsla/útsnúningur mjaðma, 3; upp á tær, 4; samhæfing fyrir hné og ökkla og 5; teygja á fjórhöfða.	5-10 endurtekningar. í samhæfingu, 10-25 endurt. í öðrum æfingum. 3 sett af öllum æfingum, 3 x í viku. Þyngdir voru auknar á 2 vikna fresti.	12 vikur.	Ekki var marktækur munur á milli rannsóknarhóps og viðmiðunarhóps.
Coppack og félagar, (2011)	1502 nýliðar í her (kk og kvk), (meðalaldur 19,7 ár). Bretland.	8 æfingar: 1; Isometrisk mjaðmafráfærsla upp við vegg í standandi stöðu, 2; framstig, 3; niðurstig (20cm), 4; hnébeygja á öðrum fæti í 45°, 5-8; teygjur fyrir fjórhöfða, læfellsband, aftanlærisvöðva og kálfa.	10-20 sek. í æfingu 1. 10 - 14 endurt. fyrir aðrar æfingar. Teygjum haldið í 20 sek. 3 sett af öllum æfingum, 7x í viku.	14 vikur.	Marktækt fleiri greindust með álagseinkenni við hnéskel í viðmiðunarhóp (36) en rannsóknarhóp (10). 75% minni áhætta á álagseinkennum í rannsóknarhóp.

3.4.1 Samantekt æfingabanka

Fjöldi styrktaræfinga var notaður í þeim 8 rannsóknum sem teknar eru fyrir í töflu 1 og 2. Sú æfing sem oftast var notuð, 7 sinnum, var æfing þar sem staðið var á öðrum fæti og tilgangurinn var annaðhvort ísómetrisk spenna í stöðufæti eða fráfærsla í mjöðm á lausa fætinum. Í 6 rannsóknum af 7, þar sem þessi æfing var notuð, komu fram marktækt jákvæðar niðurstöður. Þær æfingar sem mest voru notaðar þar á eftir voru; hnébeygja (6x), framstig (5x), upp- og niðurstig (2x) og fráfærsla í mjöðm í hliðarlegu (2x). Yfirleitt voru framkvæmdar teygjur á sömu vöðvahópum; kálfavöðvum, öllum lærvöðvum og mjaðmar- og lundavöðva. Þátttakendur fylgdu æfingaáætlunum sínum í 3 vikur minnst og 14 vikur mest. Allar þær rannsóknir sem teknar voru fyrir í æfingabankanum sýndu marktækt jákvæðar niðurstöður nema ein, rannsókn Brushøj og féлага árið 2008.

3.5 Áhrif fyrirbyggjandi styrktarþjálfunar á álagseinkenni við hnéskel

Notkun styrktarþjálfunar sem fyrirbyggjandi meðferð miðast að því að bæta færni og gera líkamann betur í stakk búinn til að takast á við mögulega áverka eða álag. Ekki er hægt að koma algjörlega í veg fyrir meiðsli en með því að byggja upp og undirbúa líkamann eru minni líkur á alvarlegum áverkum (Heidt, Sweeterman, Carlonas, Traub, og Tekulve, 2000). Síðustu ár hafa fyrirbyggjandi úrræði verið rannsökuð meira. Samantektarrannsókn sem skoðaði samanburð íhlutana og áhrifa þeirra á íþróttameiðsli benti til jákvæðari niðurstaðna þar sem æfingar voru notaðar sem forvörn (Aaltonen, Karjalainen, Heinonen, Parkkari, og Kujala, 2007). Styrktarþjálfun er beint að aflfræðilega veikum vöðvum og getur reynst vel sem forvörn gegn íþróttameiðslum og um leið leitt til framfara í þeirri íþrótt sem íþróttamaðurinn stundar. Styrktarþjálfun með áherslu á eksentrískar æfingar, sem auka hreyfistjórn og tækni, er kostur sem höfðar vel til íþróttafólks (Tenforde, Sayres, McCurdy, Collado, Sainani, og Fredericson, 2011).

Aðlögun í þjálfun, þar sem álagasbreytingar eru gerðar í reglubundinni þjálfun einstaklings, er áhrifarík leið til að fyrirbyggja meiðsli en nýtur samt sem áður ekki mikilla vinsælda. Vinsælli leiðir,

betur þekktari og auðveldari í framkvæmd, eins og teygjuæfingar og notkun höggdeifandi innleggja, hafa á sama tíma ekki sýnt góðan árangur (Yeung og Yeung, 2000).

Finch (2006) lagði fram sex þrepa líkan með leiðbeiningum um hvernig fyrirbyggja má meiðsli. Líkanið er byggt á líkani Van Mechelen (1992) og byggist á eftirfarandi þáttum: 1. Umfang áverka, 2. Ástæður og áverkaálag, 3. Þróa með sér fyrirbyggjandi aðferðir, 4. Bestu mögulegu aðstæður/fræðilegt mat, 5. Útskýra meðferðarform til þess að framkvæmd fyrirbyggjandi áætlunar sé vel upplýst, 6. Virða árangur fyrirbyggjandi meðferðaráætlunar (Finch, 2006; Van Mechelen, Hlobil, og Kemper, 1992).

Röng þjálfun felur í sér þætti eins og of mikið álag, vannýtta aflfræðilega getu vöðva (e. biomechanical inefficiencies) eða ónóga hvíld. Styrktarþjálfun hefur verið nýtt sem fyrirbyggjandi meðferðarform til þess að koma í veg fyrir þróun þessara álagseinkenna (Tenforde o.fl., 2011). Sú aðferð að koma í veg fyrir álagsmeiðsli með því að minnka álag, draga úr hraða og auka hvíld milli æfinga getur komið í veg fyrir einkenni of mikillar þjálfunar (Hreljac, 2004). Þessi forvarnaraðferð hefur ekki fengið miklar undirtektir meðal íþróttamanna sem stefna að árangri í sinni grein og þurfa ákveðið æfingaálag til að ná framförum (Tenforde o.fl., 2011). Samanburður var gerður á mismunandi þjálfunarformum og æfingaáætlunum í samantektarrannsókn Aaltonen og féлага. Æfingarnar sem lagðar voru fyrir voru styrktar- og jafnvægisæfingar. Niðurstöður í 5 af þeim 6 rannsóknum sem skoðaða vour sýndu að forvarnarþjálfun minnkaði líkur á meiðslum um meira en 50% (Aaltonen o.fl., 2007).

Fredericson og Powers birtu grein árið 2002 með tillögu um æfingu sem dregið gæti úr tíðni álagsmeiðsli við hnéskei. Æfingin var hnébeygja með báða fætur í gólfi, 15 endurtekningar, 2 sinnum. Þeir ráðlögðu að æfinguna ætti að endurtaka 3 sinnum í viku og stignun fælist í því að framkvæma hnébeygjuna á öðrum fæti. Til þess að auka eksentríska stjórnun í fjórhöfða var ráðlagt að framkvæma æfinguna á öðrum fæti samhliða öðrum æfingum. Í hnébeygju vinna mjaðmavöðvar og neðri hlutar kviðvöðva saman og halda mjaðmagrind í réttri stöðu, sem er um leið sama staða og í stöðufasa í göngu. Virkjun neðri kviðvöðva og ytri og innri skákvöðva minnka þannig framsnúning á mjaðmagrindinni og um leið innsnúning á lærlegg, sem getur haft fyrirbyggjandi áhrif á álagsmeiðsli við hnéskei (Fredericson og Powers, 2002). Frá því að tillagan að æfingunni var sett fram hafa rannsakendur nýtt hana í æfingaáætlunum sínum með ágætis árangri (Tafla 2, bls. 21).

3.5.1 Skimun einstaklinga án álagseinkenna við hnéskei

Með því að skima fyrir mögulegum veikleikum og frávikum er hægt að aðstoða og ráðleggja þeim einstaklingum sem eru hugsanlega í aukinni áhættu á því að þróa með sér álagseinkenni við hnéskei. Í samantektarrannsókn Waryasz og McDermott (2008) var lagt upp með að skoða eftirfarandi þætti: Hreyfingar hnéskei í hnéskeiagróf, stífleika í hliðlægum bandvef (e. lateral reticular tightness) við hnéskei, aukinn stífleika í fjórhöfða og þá sérstaklega í lærbein, aukinn stífleika í lærfellsbandi, minnkaðan liðleika í beygjuvöðvum mjaðma, minnkaðan styrk fráfærsluvöðva mjaðma, aukið Q- horn, styrkminnkun eða rýrnun í fjórhöfðavöðva, misræmi milli virkjunartíma miðlægs- og hliðlægs víðfaðma, skerta getu til að mynda kraft eða minnkaðan styrk í neðri útlimum á stökkkraftsprófi og aukinn liðleika liðbanda (Waryasz og McDermott, 2008).

3.5.2 Fyrirbyggjandi meðferð gegn álagseinkennum við hnéskel

Í kjölfar skimunar í samantektargrein Warayaz og McDermott var lagt upp með æfingaáætlun, sem byggðist á svipuðum æfingum og notaðar voru í meðferð við álagseinkennum við hnéskel, auk styrktar- og þolæfinga sem miðuðu að því að auka afköst vöðva og jafnvægi í vöðvavirkni. Mikilvægt er að þjálfar ekki eingöngu þá vöðva sem koma að hnéskeljarlið og/eða hnélið heldur líka vöðva í kringum aðlæga og frálæga liði. Með réttri framkvæmd æfinga var talið að hægt væri að draga úr álagseinkennum við hnéskel. Hafa ber í huga að fyrirbyggjandi æfingaáætlanir geta verið ónauðsynlegar eða óhentugar hjá börnum og unglingum, sem ekki hafa tekið út fullan vöxt og þroska (Waryasz og McDermott, 2008). Fyrirbyggjandi æfingar eru áætlaðar sem viðbótaræfingar við almenna styrktar- og liðleikabjálfun íþróttafólks. Ef skimun hefur leitt í ljós að einstaklingur sé í aukinni áhættu á að þróa með sér álagsmeiðsli ætti hann að gera fyrirbyggjandi æfingar svo lengi sem hann stundar sína íþrótt. Almenn er lagt upp með að æfingarnar séu framkvæmdar af svipaðri ákefð og endurhæfingaráætlanir, eða á bilinu 50%-60% af 1 RM (hlutfall af hámarksstyrk, e. repetition max). Mikilvægt er að einstaklingurinn finni ekki fyrir verkjum við framkvæmd æfinga á 1 RM. Æfingarnar eru því stundaðar af minni ákefð en við lyftingaráætlun íþróttamannsins. Til þess að meta árangur æfinganna og fylgjast með því hvort styrkur sé að minnka er mælt með því að meta reglulega stökkkraft í hliðarhoppi (Waryasz og McDermott, 2008).

Brushhøj og félagar framkvæmdu rannsókn árið 2008 þar sem 1020 hermenn í grunnþjálfun og því í miklu álagi, stunduðu fyrirbyggjandi styrktarþjálfun fyrir álagsmeiðsli við hnéskel. Rannsóknin var sú fyrsta sinnar tegundar þar sem fyrirbyggjandi áhrif styrktarþjálfunar, liðskyns (e. proprioception) og liðleika voru skoðuð með áherslu á álagsmeiðsli. Æfingaáætlun var fylgt í 12 vikur þar sem áhersla var lögð á styrk, liðleika og þol. Valið var af handahófi í tvo hópa. Rannsóknarhópurinn innihélt 507 þátttakendur og viðmiðunarhópur 513 þátttakendur. Rannsóknarhópurinn gerði 5 æfingar fyrir neðri útlími: Hnébeygju/ framstig, aðfærslu og útsnúning mjaðma, tályftur, samhæfingar æfingu með hnébeygju og fjórhöfða teygju. Viðmiðunarhópurinn gerði á sama tímabili 5 æfingar fyrir efri búk. Niðurstöður (Tafla 2, bls. 21) í lok æfingatímabilsins sýndu ekki marktækan mun á milli hópanna tveggja þegar skoðuð var tíðni álagseinkenna við hnéskel. Rannsóknarhópurinn sýndi aftur á móti bætingu í hlaupahraða á Cooper prófi. Í formælingum var ekki tekið fram hvort þátttakendur hefðu fengið álagseinkenni áður. Í umræðukafla benda höfundar á að rétt hlutfall milli magns og tíðni styrktaræfinga geti verið úrslitabáttur í gagnsemi æfinga sem eiga að hafa fyrirbyggjandi áhrif á álagsmeiðsli. Í rannsókninni var notast við 5-25 endurtekningar og telja höfundar að slík uppsetning æfinga, með fáum endurtekningum og litlu álagi, valdi síður álagsmeiðslum en meira álag með fleiri endurtekningum. Niðurstöður taka ekki fram hvaða þjálffræðilegu þáttum er ábótavant í rannsókninni. Hins vegar nefna höfundar að um geti verið að ræða þætti eins og meira álag, lengri tíma, jákvæðara viðhorf iðkenda í garð æfinganna og betri leiðbeiningar við framkvæmd æfinganna. Höfundar telja að áhugavert væri að rannsaka hvort þjálfun, með stignun yfir lengri tíma, sýni jákvæðari niðurstöður sem fyrirbyggjandi æfingar gegn álagseinkennum við hnéskel (Brushhøj, Larsen, Albrecht-Beste, Nielsen, Løye, og Hölmich, 2008).

Coppack og félagar (2011) gerðu samskonar rannsókn á ungum breskum hermönnum í almennri herþjálfun. Rannsóknarhópur og samanburðarhópur voru valdir með slembiröðun og voru 759 í

rannsóknarhópnum og 743 í samanburðarhópnum. Æfingahópanna voru kynjaskiptir, 39 samanstóðu af karlmönnum og 11 af konum. Jöfn dreifing var á konum og körlum á milli hópanna tveggja. Rannsóknarhópurinn fylgdi æfingaáætlun sem ætlað var að fyrirbyggja álagsmeiðsli framanvert í hné, þ.m.t. álagseinkenni við hnéskel. Áætlunin var samsett af 4 styrktaræfingum og 4 teygjuæfingum. Æfingarnar voru lagðar fyrir af leiðbeinanda 7 sinnum í viku, í upphitun og niðurlagi hvernar skipulagðrar heræfingar, alls 15 mínútur á dag í 14 vikur. Að öðru leiti voru æfingar rannsóknarhópsins eins og hjá öðrum hermönnum í þjálfun. Viðmiðunarhópurinn fékk engar viðbótaræfingar við almenna herþjálfun. Í upphituninni voru gerðar styrkandi æfingar í lokaðri keðju fyrir fjórhöfða og mjaðmavöðva. Styrktaræfingarnar voru ísometrísk mjaðma aðfærsla við vegg í standandi stöðu, framstig þar sem hné fór fram yfir tær, niðurstig á öðrum fæti og hnébeygja á öðrum fæti niður í 45° með ísometriskri vinnu í þjövöðvum. Hver æfing var endurtekin 10-14 sinnum. Stöðuvinna í mjaðmafráfærslu var metin í sekúndum, 10-20 sekúndur. Áhersla var lögð á gæði hreyfinga og afstöðu mjaðma og hnés miðað við fót. Á meðan á æfingatímabilinu stóð var álag í æfingunum aukið jafnt og þétt með fleiri endurtekningum og lengri tíma (Coppack, Etherington, og Wills, 2011). Álag æfinganna var ákvarðað út frá rannsókn Brushøj og félaga (2008), þar sem mælt var með framkvæmd tæknilega auðveldari æfingum til þess að koma til móts við nýliða með mismikla þjálfunarreynslu (Brushøj o.fl., 2008). Coppack og félagar tóku einnig mið af rannsókn Witvrouw og félaga frá árinu 2000, sem benti til þess að stuttur fjórhöfði hefði forspárgildi um álagseinkenni við hnéskel. Ásamt því að sýna marktækan mun á lengd fjórhöfða, var marktækur munur á liðleika aftanlærisvöðva og tvíhöfða kálfa milli rannsóknarhóps með einkenni og samanburðarhóps án einkenna (Witvrouw o.fl., 2000). Með þessar niðurstöður að leiðarljósi lögðu Coppack og félagar fyrir 4 teygjuæfingar í niðurlagi æfingatímanna í sinni rannsókn. Teygjurnar voru framkvæmdar í stöðuvinnu þar sem teygt var í 20 sekúndur, 3 sinnum hvern vöðva. Teygt var á fjórhöfða, aftanlærisvöðvum, kálfatvíhöfða og lærfellsbandi. Niðurstöður (Tafla 2, bls. 21) í lok þjálfunartímabilsins sýndu marktækan mun milli hópanna. Úr 1502 manna úrtaki voru 46 einstaklingar með klínísk einkenni álagsmeiðsla við hnéskel. Í rannsóknarhópnum voru 10 manns greindir með álagseinkenni en 36 í viðmiðunarhópnum. Í niðurstöðum kom fram marktækur munur á hlutfallslegum líkum á því að þróa með sér álagseinkenni við hnéskel, eða 75% minni hjá rannsóknarhópnum. Áhrif íhlutunar, styrktarþjálfunar og teygjuæfinga sem fyrirbyggjandi meðferðar við álagseinkennum við hnéskel voru því jákvæð. Meðaltími nýgreindra álagseinkenna á þeim 14 vikum sem rannsóknin stóð yfir var 4,3 vikur og sýndu niðurstöður ekki mun í svörun æfingaáætlunarinnar milli kynja. Rannsóknin er sú fyrsta sem gefur til kynna að þjálfunaráætlun með styrktar- og teygjuæfingum hjá einstaklingum í mikilli þjálfun geti komið í veg fyrir álagseinkenni við hnéskel. Engin eftirfylgni var umfram 14. viku og því ekki hægt að draga ályktanir um langtíma áhrif þjálfunarinnar (Coppack o.fl., 2011). Áhugavert væri að skoða hvort notkun þessara æfinga hafi fyrirbyggjandi áhrif hjá almenningi sem stundar reglubundna hreyfingu. Eins er áhugavert að sjá hvort langtímaárangur mælist með eftirfylgni umfram þann tíma sem rannsóknin tók.

Eins og fyrr er sagt var rannsókn Coppack og félaga sú fyrsta sem bendir til að fyrirbyggjandi æfingaáætlun geti dregið úr álagseinkennum við hnéskel. Aðrar rannsóknir sem hafa kannað samskonar æfingaáætlanir, fyrir álagseinkenni framanvert í hné, birtu í niðurstöðum sínum þætti sem talið var ábótavant, s.s. eftirfylgni við framkvæmd æfinga og röng framkvæmd æfinga. Coppack og

félagar drógu af þessum þáttum þá ályktun að rétt tækni og eftirfylgni væri nauðsynleg til að ná árangri og rétt þjálfun væri því lykilatriði í fyrirbyggjandi æfingaráætlunum fyrir álagsmeiðsli við hnéskel (Coppack o.fl., 2011).

Æfingar sem lagðar hafa verið fyrir með það markmið að draga úr áhættu á álagseinkennum við hnéskel hafa að mestu verið fyrir fjórhöfða, mjaðmagrindar- og mjaðmavöðva. Æfingarnar eru ýmist framkvæmdar í þungaberandi stöðu eða í ekki-þungaberandi stöðu. Talið er að bætt hreyfistjórn mjaðma og hnés fáist með því að framkvæma æfingarnar í þungaberandi stöðu (Coppack o.fl., 2011; Nakagawa, Muniz, Baldon, Maciel, Bezerra, og Serrão, 2008). Áhugavert væri að skoða hvort samskonar niðurstöður fengjust í rannsókn þar sem æfingar fyrir þessa vöðvahópa væru æfðar en ekki framkvæmdar í lokaðri keðju. Líklegt er þó að fjölbreytt þjálfun, með samblöndu af annars vegar styrkjandi æfingum og athöfnum sem bæta hreyfistjórn og hins vegar æfingum í þungaberandi stöðu hafi betra forvarnargildi. Talið er að með æfingum í lokaðri keðju og stjórnudum eksentrískum æfingum sé hægt að hafa áhrif á getu vöðvanna með þeim hætti að þeir bregðist betur við álagi á hnéskeljarliðiðinn (Coppack o.fl., 2011). Rannsóknarlegar niðurstöður liggja ekki fyrir sem styðja þessar kenningar og er því frekari rannsókna þörf á tauga- og vöðvaádlögun í kjölfar æfinga. Engu að síður sýndi rannsókn Coppack og félaga, með uppsetningu æfinga af þessari gerð, jákvæðar niðurstöður sem forvörn við álagseinkennum við hnéskel (Coppack o.fl., 2011).

Þjálffræði þátturinn, sem snýr að magni æfinga, er umdeilt efni þegar kemur að forvarnarþjálfun álagseinkenna við hnéskel. Til þess að ná fram lágmarks þjálfunaráhrifum þarf að framkvæma ákveðið lágmark æfinga (Engebretsen, Myklebust, Holme, Engebretsen, og Bahr, 2008). Í rannsókn Brushøj og félaga var notast við 3 endurtekningar af 5 æfingum þrisvar sinnum í viku og í heildina var eytt 45 mínútum í viku í forvarnarþjálfun í 12 vikur (Brushøj o.fl., 2008). Í rannsókn Coppack og félaga var notast við 3 endurtekningar af 8 æfingum 7 sinnum í viku og var því heildartími forvarnarþjálfunar í þeirri rannsókn 105 mínútur á viku, í 14 vikur. (Coppack o.fl., 2011). Mögulega náðu Brushøj og félagar ekki fram þeim lágmarks þjálfunaráhrifum sem þarf til að fyrirbyggja álagseinkenni við hnéskel en einnig geta mismunandi æfingar, útfærsla þeirra og þjálfunarálag mögulega haft áhrif þar á. Mikilvægt er því að hafa í huga markmið þjálfunar þegar æfingaáætlun er sett upp. Ráðlagt álag í forvarnarþjálfun, til að fyrirbyggja álagseinkenni, er byggt á kenningum sem rekja má til forvarnarþjálfunar annarskonar meiðsla en áframhaldandi rannsókna er þörf til að styðja við þær kenningar sem til eru varðandi magn og ákefð.

3.5.3 Áhrif teygjuæfinga, sem fyrirbyggjandi þáttur, á álagseinkenni við hnéskel

Niðurstöður rannsóknar Clarck og félaga (2000) bentu til að mjúkvefjateygjur fyrir fjórhöfðavöðva minnki verki og auki liðleika hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskel (Clarck, Downing, Mitchell, Coulson, Syzpryt, og Doherty, 2000). Eins kemur fram í samantektarrannsókn Warayaz og McDermott (2008) að bæði hreyfi- og stöðuteygjur auki liðleika og liðferla og séu því notaðar sem hluti af meðferð í endurhæfingu (Waryasz og McDermott, 2008). Í annarri samantektarrannsókn þar sem tekin voru saman áhrif teygjuæfinga í forvarnarþjálfun kemur ekki skýrt fram hvort slíkar æfingar komi að gagni eða ekki (Aaltonen o.fl., 2007). Í rannsókn Coppack og félaga var bæði notast við

styrktaræfingar og teygjuæfingar. Rannsóknin sýndi jákvæð fyrirbyggjandi áhrif æfinganna en hvort samspil þeirra hafi gefið þessa jákvæðu niðurstöðu eða hvort sömu niðurstöður fengjust ef ekki væri lagt fyrir styrktaræfingar eða teygjuæfingar er ekki vitað en væri verðugt að rannsaka (Coppack o.fl., 2011).

3.6 Önnur úrræði í meðferð álagseinkenna við hnéskel

Þar sem álagseinkenni við hnéskel geta verið margþætt vandamál er mikilvægt að meðferðin sé einstaklingsmiðuð. Fyrir utan styrktarþjálfun eru ýmis önnur úrræði í boði. Oft er nauðsynlegt að taka á **ytri þáttum**, s.s. skóbúnaði, undirlagi og tegund æfingaálags og **innri þáttum**, s.s. vöðvavirkni, líkamsstöðu og líkamsbeitingu. **Verkjastilling** ætti samkvæmt Crossley og félögum að vera fyrsta skref meðferðar hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskel. Venjulega dugir tímabundin hvíld frá athöfninni sem veldur einkennunum, en stundum getur kæling, inntaka verkjalyfja og liðlosun hjálpað (Crossley o.fl., 2012). **Að teipa** (e. taping) hnéskelina hefur gefið mjög góðan árangur í meðferð við álagseinkennum við hnéskel. Markmiðið með teipingu er að leiðrétta ranga stöðu hnéskeljar, oftast hliðlægt rennsli (e. glide), hliðlægan halla, niðrhalla og snúning (Aminaka og Gribble, 2005). Að teipa hnéskelina veldur hraðari virkjun í skálægum miðlægum víðfaðma (e. VMO) miðað við hliðlægan víðfaðma (Cowan, Bennel, og Hodges, 2002) en áhrif teipingar á magn vöðvasamdráttar eru óljós (Ng og Cheng, 2002). **Spelkur** fyrir hnéskel hafa sama tilgang og teip en virka þó ekki eins sértækt. Þær geta þó hentað vel fyrir einstaklinga með endurtekin liðhlaup eða liðskekkju (Crossley o.fl., 2012). Spelkur draga úr rangri stöðu hnéskeljar, auka snertiflöt hennar við lærlegg og minnka álag á hnéskeljarliðinn (Powers, Ward, Chen, Chan, og Terk, 2004). Aukning á **liðleika**, bæði á bandvef og mjúkvef, getur verið góð hjálparmeðferð gegn álagseinkennum við hnéskel. Auknum liðleika má ná fram með teygjum á mjúkvef og bandvef og liðlosun á hnéskel (Crossley o.fl., 2012). **Innlegg** í skó ásamt sjúkraþjálfun (s.s. fræðsla, styrktarþjálfun f. fjórhöfða, liðlosun og teipun á hnéskel) getur minnkað verki og aukið færni hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskel (Collins, Crossley, Beller, Darnell, McPoil, og Vicenzino, 2008). **Skurðaðgerð** við álagseinkennum við hnéskel er mjög sjaldgæf í dag miðað við fyrir 30 árum. Frá þeim tíma hefur fjöldi hágæða rannsókna komið út sem styðja meðferð án skurðaðgerða, s.s. sjúkraþjálfun, en engin hágæða rannsókn styður skurðaðgerð. Samkvæmt Gecha og Torg (1990) hafa niðurstöður rannsókna á skurðaðgerð verið neikvæðar og oft hafa álagseinkennin versnað eftir aðgerð (Crossley o.fl., 2012).

4 Umræður

Tilgangur ritgerðarinnar var að kanna áhrif styrktarþjálfunar á álagseinkenni við hnéskel en einnig að skoða annarskonar æfingameðferðir og áhrif forvarnarþjálfunar á álagseinkennin. Leitast var við að svara þremur rannsóknarspurningum, þ.e. hvort sérhæfð styrktarþjálfun fyrir fráfærsluvöðva mjaðma og fyrir vöðva neðri útlíma hafi áhrif á álagseinkenni við hnéskel og hvort þjálfunin hafi fyrirbyggjandi áhrif á álagseinkennin.

4.1 Styrkminnkun

Rannsóknir sem skoðaðar voru benda flestar til tengsla á milli fráfærsluvöðva mjaðma og álagseinkenna við hnéskel. Rannsóknirnar leiddu í ljós styrkminnkun í fráfærsluvöðvum mjaðma en margar þeirra sýndu einnig styrkminnkun í öðrum vöðvum mjaðma og neðri útlíma. Afleiðingar þessarar styrkminnkunar mátti m.a. sjá í aukinni aðfærslu og innsnúningi á mjöðm, aukinni kið-stöðu á hné ásamt auknum breytileika á hreyfimyndri í hnéliðum, skoðað í breiddar plani í göngu og upp- og niðurstigi. Flestar þessara rannsókna sýndu seinkaða virkni í fráfærsluvöðvum mjaðma, hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskel, í upp- og niðurstigi, en ekki við hlaup. Einnig kom fram að konur eru í aukinni áhættu á að þróa með sér álagseinkenni við hnéskel vegna ýmissa áhættuþátta.

Skert virkni í fráfærsluvöðvum mjaðma hefur verið rannsökuð þó nokkuð en hins vegar eru ekki margar rannsóknir sem hafa kannað áhrif styrktarþjálfunar á þessa vöðva með tilliti til álagseinkenna við hnéskel. Óvíst er þó hvort veikir fráfærsluvöðvar séu orsök eða afleiðing álagseinkenna við hnéskel. Veikir fráfærsluvöðvar geta t.d. verið orsök þar sem að þeir geta valdið auknu falli á mjaðmagrind gagnstæðu megin við stöðufót og þ.a.l. breyttri togstefnu á hnéskel en sú staða getur aukið hættu á álagseinkennum við hnéskel. Einnig geta veikir fráfærsluvöðvar verið afleiðing álagseinkenna við hnéskel, þar sem að líkaminn þróar með sér breytt hreyfimyndur til þess að forðast verki og auka færni sína án þess að framkalla einkenni. Í kjölfar breyttrar virkni í fráfærsluvöðvum mjaðma veikjast þeir og afleiðingin getur orðið álagseinkenni við hnéskel.

4.2 Styrktarþjálfun

Rannsóknir á styrktarþjálfun fyrir fráfærsluvöðva mjaðma sýndu almennt jákvæðar niðurstöður, þ.e. minnkaða verki og aukna færni. Rannsóknunum bar þó ekki saman um styrk aukningu í fráfærsluvöðvunum, þrátt fyrir jákvæðar niðurstöður. Hugsanlega má skýra þetta með því að skoða hvernig vöðvavirkni í þessum rannsóknum var metin. Flestar rannsóknir mátu ísómétrískan vöðvastyrk en ekki eksentrískan styrk eða vöðvaþol, sem þarf einnig til að framkvæma starfrænar athafnir. Eins hefur bætt hreyfistjórn í fráfærsluvöðvum sýnt jákvæðar niðurstöður á álagseinkennum við hnéskel, með því að minnka verki og bæta færni. Auk þess að skoða styrktarþjálfun fyrir fráfærsluvöðva mjaðma, voru einnig skoðaðar annarskonar æfingameðferðir fyrir álagseinkenni við hnéskel. Rannsóknir benda til að styrktarþjálfun fyrir neðri útlími hafi almennt jákvæð áhrif á álagseinkenni við hnéskel, minnki verki og auki færni. Einnig kemur fram að þjálfun fyrir bæði mjaðmavöðva og lærvöðva sé árangursríkari heldur en þjálfun fyrir annan hvorn vöðvahópinn eingöngu. Styrktarþjálfun var jafnframt talin betri kostur en hvíld. Einnig gaf heildræn meðferð, sem fól í sér bæði styrktarþjálfun og

einkenameðferð, betri niðurstöður en einkenameðferð ein og sér. Uppsetning æfingaáætlunar og æfingaálag var misjafnt milli rannsókna. Østerås og félagar (2013) birtu niðurstöður sem sýndu að þjálfun af meiri ákefð og með fleiri endurtekningum hefði jákvæðari áhrif samanborið við þjálfun af minni ákefð með færri endurtekningum. Langtímaárangur var metinn ári síðar og kom þá í ljós að þjálfunarhópurinn, sem æfði af meiri ákefð með fleiri endurtekningum, hafði minni verki og aukna færni frá lokamælingum fyrri rannsóknar. Samanborið hafði viðmiðunarhópnum hrakað, bæði í færni og verkjum. Rannsóknir sem skoðuðu áhrif ákefðar og fjölda endurtekninga voru ekki fleiri. Niðurstöður Østerås og félaga benda til að nýta mætti uppsetningu æfingaáætlunar þeirra í meðferð til að ná fram langtímaáhrifum en jafnframt er ljóst að frekari rannsókna sé þörf á áhrifum ákefðar og endurtekninga.

Margar og mismunandi æfingar voru notaðar í rannsóknunum sem skoðaðar voru en flestar æfinganna voru í þungaberandi stöðu. Æfing þar sem staðið var á öðrum fæti var mest notuð en tilgangur hennar var að framkvæma ísómetríska spennu í stöðufæti og/eða fráfærslu á lausa fætinum. Þessi æfing virðist hafa góð áhrif hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskei því flestar rannsóknirnar sýndu marktækt jákvæðar niðurstöður. Þá komu teygjuæfingar, fyrir sömu vöðvahópa, einnig vel út en í þeim rannsóknum sem þær voru notaðar komu fram marktækt jákvæðar niðurstöður fyrir álagseinkenni við hnéskei.

4.3 Langtímaárangur

Langtímaárangur af styrktarþjálfun, fyrir álagseinkenni við hnéskei, hefur lítið verið skoðaður og er því frekari þörf á slíkum rannsóknum. Í þeim rannsóknum sem skoðaðar voru við heimildaöflun þessarar ritgerðar voru tvær sem sýndu marktækt jákvæðar niðurstöður fyrir langtímaárangur. Niðurstöður Earl og Hoch (2010) bentu til að einkenni höfðu ekki breyst eða lítillega versnað 6 mánuðum eftir íhlutun. Í rannsókn Østerås og félaga (2013) var langtímaárangur skoðaður ári eftir íhlutun og sýndi hann marktæka bætingu á álagseinkennum hjá rannsóknarhópnum, sem hafði æft af mikilli ákefð, með mörgum endurtekningum, á meðan á íhlutun stóð. Viðmiðunarhópnum, sem æfði af minni ákefð og með færri endurtekningum hafði á sama tíma hrakað í færni og verkjum. Með tilliti til þessara niðurstaðna er mikilvægt að hafa í huga æfingaálag, en ekki einungis hvaða æfingar eru framkvæmdar.

4.4 Önnur æfingaform

Æfingameðferð í formi göngupþjálfunar var einnig skoðuð með tilliti til álagseinkenna við hnéskei. Þar bentu niðurstöður til þess að göngupþjálfun með sjónrænni endurgjöf ásamt minnkuðu æfingaálagi hefði jákvæð áhrif á verki og færni. Göngupþjálfunin hafði einnig jákvæð áhrif á aðfærslu og fall á mjaðmagrind gagnstæðu megin við stöðufót í göngu. Þá bentu niðurstöður til að bætt göngumynstur leiði til bætinga í hlaupamynstri (Noehren o.fl., 2010). Hlaupamynstur hefur lítið verið skoðað í rannsóknum og nauðsynlegt er að rannsaka það betur því talið er að hlaup sé ein algengasta ástæða álagseinkenna við hnéskei (Davis og Powers, 2010). Gæsagangur er þjálfunarform sem lítið hefur verið rannsakað með tilliti til álagseinkenna við hnéskei en ein rannsókn hefur þó birt niðurstöður sem sýndu styrktaraukningar í miðlægum víðfaðma sem og aukna færni (Wu o.fl., 2009).

4.5 Fyrirbyggjandi styrktarþjálfun

Styrktarþjálfun, sem fyrirbyggjandi meðferð við álagseinkennum við hnéskei, hefur gefið misgóðar niðurstöður. Almenn er þó talið að meiri líkur séu á því að koma í veg fyrir meiðsli með því að byggja upp og undirbúa líkamann fyrir álag (Heidt o.fl., 2000). Minnkað álag í þjálfun hefur virkað betur sem forvörn fyrir álagseinkenni við hnéskei heldur en innlegg og teygjuæfingar (Yeung 2000). Eksentrískar æfingar, sem hafa aukið hreyfistjórn og tækni eru taldar höfða vel til íþróttafólks og æfingar í þungaberandi stöðu eru taldar bæta hreyfistjórn mjaðma og hnés (Coppack o.fl., 2011 og Nakagawa o.fl., 2008). Áhrif forvarnarþjálfunar hafa hinsvegar lítið verið rannsökuð. Ýmsar kenningar eru um hverskyns æfingar, ákefð æfinga og hvaða aðra þjálfraðilegu þætti þarf að uppfylla til að koma í veg fyrir álagseinkenni við hnéskei. Eins er talið að með æfingum í lokaðri keðju og eksentrískum æfingum sé hægt að hafa áhrif á getu vöðva neðri útlíma með þeim hætti að þeir bregðist betur við álagi á hnéskeiþarliðinn. Ekki er ljóst hvort eða hversu mikið teygjuæfingar komi að gagni í forvarnarþjálfun en erfitt er að útiloka áhrif þeirra, þar sem þær voru hluti af meðferðaráætlun í öllum þeim rannsóknum sem skoðaðar voru, ásamt styrktaræfingum en ekki rannsakaðar einar og sér. Tvær rannsóknir sem skoðuðu forvarnarþjálfun gáfu mismunandi niðurstöður en lítill sem enginn munur var á fjölda endurtekninga, setta eða lengd æfingameðferðar í rannsóknunum. Önnur rannsóknin, Coppack og félagar (2011) sýndi marktækt jákvæðar niðurstöður hjá rannsóknarhóp miðað við viðmiðunarhóp, fyrir og eftir æfingameðferð en hin, Brushøj og félagar (2008), sýndi engan marktækan mun. Þó að munur væri á þeim æfingum sem framkvæmdar voru í þessum tveim rannsóknum þá virðist eftirfylgni og rétt tækni við framkvæmd æfinga vera megin munurinn á niðurstöðum þessara rannsókna. Coppack og félagar lögðu áherslu á þessi atriði fram yfir Brushøj og féлага, sem tóku fram að þeim væri ábótavant í sinni rannsókn.

Skimun fyrir veikleikum og frávikum gefur möguleika á einstaklingsmiðaðri meðferð hjá þeim sem eru í aukinni hættu á álagsmeiðslum við hnéskei (Waryasz og McDermott 2008). Í kjölfar skimunar er því lagt upp með meðferðaráætlun, sem byggð er upp á svipuðum æfingum og notaðar eru í meðferð hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskei auk þolþjálfunar. Frekari rannsókna er þörf á skimun eftir einkennum og mögulegum árangri af meðferð í kjölfar skimunar.

4.6 Önnur úrræði

Styrktarþjálfun er einungis eitt af mörgum úrræðum sem notuð hafa verið í meðferð við álagseinkennum við hnéskei. Önnur úrræði eru m.a. teipingar, þar sem röng staða hnéskeiþar er leiðrétt. Teipingar hafa almennt virkað vel en að teipa hnéskeiþara hefur gefið mjög góðan árangur í meðferð við álagseinkennum við hnéskei. Að teipa hnéskeiþara veldur hraðari virkjun í skálægum miðlægum víðfaðma miðað við hliðlægan víðfaðma en önnur áhrif eru óljós, sem og langtímaárangur (Cowan o.fl., 2002). Spelkur eru ekki eins sértækar og teip en henta vel fyrir endurtekin liðhlaup og krónísk álagseinkenni (Crossley o.fl., 2012). Aðrar aðferði s.s. mjúkvefjameðferð, liðlosun, innlegg í skó og teygjur eru taldar virka vel sem hjálparmeðferðir, en ekki einar og sér. Skurðaðgerðir hafa ekki sýnt góðan árangur fyrir álagseinkenni við hnéskei.

4.7 Svör við rannsóknarspurningum

1. *Hefur sérhæfð styrktarþjálfun fyrir fráfærsluvöðva mjaðma áhrif á álagseinkenni við hnéskel?* Styrktarþjálfun fyrir fráfærsluvöðva mjaðma sýndi almennt jákvæðar niðurstöður, þ.e. minnkaða verki og aukna færni hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskel. Í meðferðaráætlun rannsóknanna voru styrktaræfingar fyrir aðra vöðvahópa í bland við styrktaræfingar fyrir fráfærsluvöðvana.
2. *Hefur styrktarþjálfun fyrir vöðva neðri útlíma áhrif á álagseinkenni við hnéskel?* Styrktarþjálfun fyrir neðri útlími hefur almennt jákvæð áhrif á álagseinkenni við hnéskel, minnkar verki og eykur færni. Þjálfun fyrir bæði mjaðmavöðva og lærvöðva er árangursríkari heldur en þjálfun fyrir annan hvorn vöðvahópinn eingöngu.
3. *Hefur styrktarþjálfun fyrir fráfærsluvöðva mjaðma fyrirbyggjandi áhrif á álagseinkenni við hnéskel?* Styrktarþjálfun, sem fyrirbyggjandi meðferð við álagseinkennum við hnéskel, hefur gefið misgóðar niðurstöður. Fáar rannsóknir eru til um efnið sem nýlega er byrjað að rannsaka, en ein rannsókn frá 2011 sýnir marktækt jákvæð áhrif styrktarþjálfunar sem fyrirbyggjandi meðferð.

4.8 Takmarkanir

Almennt var tölfræðilegt afl þeirra rannsókna, sem skoðaðar voru við vinnslu þessarar ritgerðar ekki mikið, vegna þess hve fáir þátttakendur voru. Í sumum rannsóknum vantaði viðmiðunarhóp. Í flestum rannsóknunum komu fram takmarkaðar upplýsingar um val þátttakenda, helst var tekið fram að skilyrði fyrir þátttöku væri að þátttakendur hefðu verið greindir með álagseinkenni við hnéskel af fagfólki á vegum rannsóknarinnar.

Við skrif á þessari ritgerð kom í ljós að tiltölulega fáar rannsóknir hafa verið gerðar á álagsmeiðslum við hnéskel og sérstaklega er skortur á gæða rannsóknum á þessu efni. Flestar þessara rannsókna hafa sýnt tengsl á milli veikleika í vöðvum neðri útlíma og breyttrar líkamsstöðu, t.d. með aukinni aðfærslu í mjöðm. Skortur er á rannsóknum sem kanna áhrif styrktaræfinga fyrir þennan einkennahóp og einnig á rannsóknum sem skoða langtímaárangur slíkrar meðferðar. Vegna þess hve lítið er til af rannsóknum á álagseinkennum við hnéskel var erfitt að takmarka leit við ákveðinn hóp, t.d. íþróttafólk í ákveðinni íþróttagrein eða hlaupara eins og lagt var upp með í upphafi heimildaleitar. Ekki voru allar þær rannsóknir sem komu til greina í heimildaöflun í opnum aðgangi.

4.9 Styrkleikar

Álagseinkenni við hnéskel er algengt vandamál og því mikilvægt að aðgengilegt sé staðlað meðferðarform sem sýni langtímaárangur. Við heimildaöflun var lagt upp með að þær rannsóknir sem væru skoðaðar væru innan við 10 ára gamlar og er því efni ritgerðarinnar byggt á nýlegum rannsóknum. Ritgerðin er samantekt á því sem skoðað hefur verið varðandi álagseinkenni við hnéskel og áhrif styrktarþjálfunar á einkennin. Ritgerðin gefur því hugmynd um hvað þarf að skoða betur, hvað

hefur virkað og hvað ekki. Komið er inn á bæði hvernig hægt sé að uppræta álagseinkennin og halda þeim niðri sem og hvernig má koma í veg fyrir þau. Verið er að rannsaka, í tveimur rannsóknum, við Háskóla Íslands, fyrirbyggjandi meðferð fyrir börn, unglinga og fullorðna sem stunda handbolta og fótbolta. Niðurstöður þeirra rannsókna gætu komið með nýjar tilgátur á sviði fyrirbyggjandi þjálfunar, aukið áherslu á hana og lagt upp meðferðarform fyrir álagseinkenni við hnéskel.

4.10 Tillögur að nýjum/breyttum starfsháttum fyrir sjúkraþjálfara

Í ritgerðinni voru teknar saman niðurstöður þeirra rannsókna sem liggja fyrir um meðferð og forvörn fyrir álagseinkenni við hnéskel. Þær leiddu í ljós að styrktarþjálfun getur haft góð áhrif á álagseinkenni. Þar af leiðandi teljum við að sjúkraþjálfarar ættu að nýta sér styrktarþjálfun sem hluta af meðferð hjá þessum einkennahóp. Vitað er að sjúkraþjálfarar noti þessar aðferðir í meðferð og var okkar markmið að kanna hvort þær hefður áhrif og hver áhrifin væru sem og hverskonar meðferðarform væri að reynast best. Ef til vill eru ekki allir sjúkraþjálfarar sem nota styrktarþjálfun sem hluta af meðferð við álagseinkennum við hnéskel en útfrá niðurstöðum þessarar ritgerðar teljum við æskilegt að styrktarþjálfun sé hluti af heildrænni meðferð. Fjöldi rannsókna með slíka meðferð hefur sýnt fram á bættu færni og minnkaða verki. Út frá niðurstöðum ritgerðarinnar ættu sjúkraþjálfarar að leggja áherslu á að fyrirbyggja álagsmeiðsli við hnéskel með því að nota styrktar- og teygjuæfingar samhliða annarri þjálfun.

5 Samantekt

Styrktarþjálfun fyrir fráfærsluvöðva mjaðma sem og aðra vöðva neðri útlíma dregur úr álagseinkennum við hnéskei. Flestar þær rannsóknir sem skoðaðar voru benda til veikleika í fráfærsluvöðvum mjaðma hjá einstaklingum með slík álagseinkenni. Frekari rannsókna er þó þörf á styrktarþjálfun sem meðferðarformi og forvörn fyrir þennan einkennahóp. Mikilvægt er að útiloka ekki aðrar lausnir s.s. fræðslu, göngubjálfun, stöðugleikabjálfun eða styrktarþjálfun fyrir kvið og bakvöðva. Hafa þarf í huga að fjölbreytt æfingaval skilar ekki síður árangri en sértæk meðferð fyrir einkennasvæðið ein og sér. Lykilatriðið felst því í heildrænni og einstaklingsmiðaðri meðferð hjá einstaklingum með álagseinkenni við hnéskei.

5.1 Rannsóknartillaga

Tillaga okkar að rannsókn byggist á því að skilgreina það orsakasamband sem er á milli breytanna tveggja, þ.e. álagseinkenna við hnéskei og styrktarþjálfunar fyrir neðri útlími. Rannsóknaraðferðin er slembiröðuð samanburðarrannsókn þar sem þátttakendum er skipt í tvo hópa, rannsóknarhóp og viðmiðunarhóp. Þessi gerð rannsókna hefur reynst vel við rannsóknir á meðferðarformum (Spindler o.fl., 2005). Rannsóknarsnið sem notað verður er eftirfylgnisnið þar sem báðir hópar eru mældir þrisvar sinnum. Mælingar fara allar fram á sama stað og eru mælendur blindaðir með tilliti til hópaskiptingar og meðferðar hjá hinum hópnum.

Fjöldi þátttakenda er 50 einstaklingar, 25 með og 25 án álagseinkenna við hnéskei. Þátttakendur þurfa að uppfylla ákveðin skilyrði til þess að teljast hæfir til þátttöku í rannsókninni. Þeir þurfa að vera greindir með álagseinkenni við hnéskei, sem valdið hafa einkennum og skerðingum á færni í meira en 3 mánuði. Einnig þurfa þátttakendur að vera á aldrinum 18-35 ára og þurfa að vera virkir einstaklingar sem stunda reglubundna hreyfingu, hver svo sem tegund og ákefðarstig hreyfingarinnar er. Þátttakendur eru eingöngu kvenkyns.

Fyrstu mælingar fara fram eftir slembivalið, áður en íhlutun á sér stað. Þegar íhlutnartímabili líkur fer fram mæling númer tvö. Þriðja mæling fer svo fram 12 mánuðum eftir að íhlutun líkur. Stöðluð fyrirmæli verða gefin til mælenda fyrir upphafsmælingar. Sömu atriði verða mæld í hverri mælingu. Til þess að meta verki verður notast við VAS verkjaskala. Til að meta færni verður notast við FIQ. Við gefum okkur að spurningalistinn sé samþykktur á íslensku, móðurmáli þátttakenda, þegar rannsóknin er gerð. Til að meta færni verða þátttakendur einnig látnir framkvæma staðlaða athöfn. Athöfnin er hnébeygja á öðrum fæti, niður af 20 cm háum palli, eins oft og þátttakandinn getur á 30 sekúndum, bæði á hægri og vinstri fæti. Áhrif vöðvapöls verða jafnframt mæld, með ísómetrískri styrkmælingu, sem framkvæmd verður fyrir og eftir þolæfingu við hverja mælingu í rannsókninni. Þolæfingin verður 20 mínútna hlaup á göngubretti og álag metið 13-15 á Borg álagsskala.

Báðir hópar munu fá fræðslu og kennslu á einni æfingu sem styrkir fjórhöfða. Báðum hópum er svo gert að halda æfingadagbók í 1 ár, eða þar til síðustu mælingu er lokið. Íhlutun rannsóknarinnar verður æfingaáætlun sem hóparnir leggja stund á í 12 vikur. Æfingaáætlun rannsóknarhópsins felur í sér styrktaræfingar í þungaberandi stöðu, sértækar æfingar fyrir miðþjóvöðva og fjórhöfða sem og styrktaræfingar fyrir kvið- og bakvöðva. Viðmiðunarhópurinn framkvæmir æfingaáætlun með

styrktaræfingum fyrir efri útlími ásamt einni styrktaræfingu fyrir fjórhöfða. Æfingarnar eru framkvæmdar af mikilli ákefð (1 klst), með mörgum endurtekningum (30x) og þrjú sett af hverri æfingu. Þjálfunin verður einstaklingsþjálfun, tvisvar sinnum í viku undir leiðsögn sjúkráþjálfara og tvisvar sinnum í viku heima, tekið upp á myndband.

Heimildaskrá

- Aaltonen, S., Karjalainen, H., Heinonen, A., Parkkari, J. og Kujala, U. M. (2007). Prevention of sports injuries. *Arch Intern Med*, 167 (15), 1585-1592.
- Al-Rawi, Z. og Nessian, A. H. (1997). Joint hypermobility in patients with chondromalacia patellae. *British Journal of Rheumatology*, 36, 1324-1327.
- Aminaka, N. og Gribble, P. A. (2005). A systematic review of the effects of therapeutic taping on patellofemoral pain syndrome. *Journal of Athletic Training*, 21, 341-351.
- Baldon, R. d., Nakagawa, T. H., Muniz, T. B., Amorim, C. F., Maciel, C. D. og Serrão, F. V. (2009). Eccentric hip muscle function in females with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of Athletic Training*, 44 (5), 490-496.
- Barton, C. J., Lack, S. og Malliaras, P. (2012). Gluteal muscle activity and patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 47, 207-214.
- Barton, C. J., Levinger, P., Menz, H. B. og Webster, K. E. (2009). Kinematic gait characteristics associated with patellofemoral pain syndrome: A systematic review. *Gait & Posture*, 30, 405-416.
- Bolgia, L. A., Malone, T. R., Umberger, B. R. og Timothy, L. (2011). Comparison of hip and knee strength and neuromuscular activity in subjects with and without patellofemoral pain syndrome. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 6 (4), 285-296.
- Boling, M. C., Bolgia, L. A., Mattacola, C. G., Uhl, T. L. og Hosey, R. G. (2006). Outcomes of a weight-bearing rehabilitation program for patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87, 1428-1435.
- Boling, M. C., Padua, D. A., Marshall, S. W., Guskiewicz, K., Pyne, S. og Beutler, A. (2009). A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: The joint undertaking to monitor and prevent ACL injury (JUMP-ACL) cohort. *The American Journal of Sports Medicine*, 37, 2108-2116.
- Brindle, T. J., Mattacola, C. og McCrory, J. (2003). Electromyographic changes in the gluteus medius during stair ascent and descent in subjects with anterior knee pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*, 11, 244-251.
- Brushøj, C., Larsen, K., Albrecht-Beste, E., Nielsen, M. B., Løye, F. og Hölmich, P. (2008). Prevention of overuse injuries by a concurrent exercise program in subjects exposed to an increase in training load: A randomized controlled trial of 1020 army recruits. *The American Journal of Sports Medicine*, 36 (4), 663-670.
- Clarck, D. I., Downing, N., Mitchell, J., Coulson, L., Syzpryt, E. P. og Doherty, M. (2000). Physiotherapy for anterior knee pain: a randomised controlled trial. *Ann Rheum Dis*, 59, 700-704.

- Collins, N., Crossley, K., Beller, E., Darnell, R., McPoil, T. og Vicenzino, B. (2008). Foot orthoses and physiotherapy in the treatment of patellofemoral pain syndrome: randomised clinical trial. *British Medical Journal*, 43, 169-171.
- Coppack, R. J., Etherington, J. og Wills, A. K. (2011). The effects of exercise for the prevention of overuse anterior knee pain: A randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 39, 940-948.
- Cowan, S. M., Bennel, K. L. og Hodges, P. W. (2002). Therapeutic patellar taping changes the timing of vasti muscle activation in people with patellofemoral pain syndrome. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 12, 339-347.
- Crossley, K., Cook, J., Cowan, S. og McConnel, J. (2012). Kafli 33 - Anterior knee pain. In P. Brukner, og K. Khan, *Brukner og Khan's Clinical Sports Medicine* (pp. 684-714). Sidney: McGraw-Hill Education.
- Davis, I. S. og Powers, C. (2010). Patellofemoral pain syndrome: proximal, distal, and local Factors. *Journal of Orthopaedic og Sports Physical Therapy*, 40 (3), A1-A48.
- Delp, S. L., Hess, W. E., Hungerford, D. S. og Jones, L. C. (1999). Variation of rotation moment arms with hip flexion. *Journal of Biomechanics*, 32, 493-501.
- Dierks, T. A., Manal, K. T., Hamill, J. og Davis, I. S. (2008). Proximal and distal Influences on hip and knee kinematics in runners with patellofemoral pain during a prolonged run. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 38 (8), 448-456.
- Earl, J. E. og Hoch, A. Z. (2010). A proximal strengthening program improves pain, function, and biomechanics in women with patellofemoral pain syndrome. *The American Journal of Sports Medicine*, 39, 153-163.
- Engebretsen, A. H., Myklebust, G., Holme, I., Engebretsen, L. og Bahr, R. (2008). A prospective, randomized intervention study targeting players with previous injuries or reduced function . *The American Journal of Sports Medicine*, 36 (6), 1052-1060.
- Ferber, R., Kendall, K. D. og Farr, L. (2011). Changes in knee biomechanics after a hip abductor strengthening protocol for runners with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Athletic Training*, 46 (2), 142-149.
- Finch, C. (2006). A new framework for research leading to sports injury prevention. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9, 3-9.
- Flynn, T. W. og Soutas-Little, R. W. (1995). Patellofemoral joint compressive forces in forward and backward running. *Journal of Orthopaedic og Sports Physical Therapy*, 21 (5), 277-282.
- Fredericson, M. og Powers, C. M. (2002). Practical management of patellofemoral pain. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 12, 36–38.
- Frye, J. L., Ramey, L. N. og Hart, J. M. (2012). The effects of exercise on decreasing pain and increasing function in patients with patellofemoral pain syndrome: A systematic review. *Sports Health*, 4 (3), 205-210.

- Goodfellow, J., Hungerford, D. S. og Zindel, M. (1976). Patellofemoral joint mechanics and pathology
1. Functional anatomy of the patellofemoral joint. *The Bone and Joint Journal*, 58-B (3), 287-290.
- Heidt, R. S., Sweeterman, L. M., Carlonas, R. L., Traub, J. A. og Tekulve, F. X. (2000). Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *The American Journal of Sports Medicine*, 28 (5), 659-662.
- Herrington, L. og Al- Sherhi , A. (2007). A controlled trial of weight-bearing versus non–weight-bearing exercises for patellofemoral pain. *Journal of orthopaedic og sports physical therapy*, 27 (4), 155-160.
- Hollman, J. H., Ginos, B. E., Kozuchowski, J., Vaughn, A. S., Krause, D. A. og Youdas, J. W. (2009). Relationships between knee valgus, hip-muscle strenght and hip-muscle recruitment during a single-limb step-down. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18, 104-117.
- Horton, M. G. og Hall, T. L. (1989). Quadriceps femoris muscle angle: Normal values and relationships with gender and selected skeletal measures. *Journal of the American Physical Therapy Association and the Royal Dutch Society for Physical Therapy*, 69, 897-901.
- Hreljac, A. (2004). Impact and overuse injuries in runners. *Medicine og Science in Sports og Exercise* , 36 (5), 845-849.
- Komistek, R. D., Dennis, D. A., Mabe, J. A. og Walker, S. A. (2000). An in vivo determination of patellofemoral contact positions. *Clinical Biomechanics*, 15, 29-36.
- Mascal, C. L., Landel, R. og Powers, C. (2003). Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. *Journal of Orthopaedic og Sports Physical Therapy* , 33 , 642-660.
- McConnel, J. (1996). Management of patellofemoral problems. *Manual Therapy*, 3 (5), 60-66.
- Meira, E. P. og Brumitt, J. (2011). Influence of the hip on patients with patellofemoral pain syndrome: A systematic review. *Sports Health*, 3 (5), 455-465.
- Mueller, M. J. (2005). Kafli 12 - The ankle and foot complex. In P. K. Levangie, og C. C. Norkin, *Joint Structure og Function, A Comprehensive Analysis*. Philadelphia: F.A. Davis Company.
- Nakagawa, T. H., Muniz, T. B., Baldon, R. d., Maciel, C. D., Bezerra, B. d. og Serrão, F. V. (2008). The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clinical Rehabilitation*, 22, 1051–1060.
- Nejati, P., Forogh, B., Moeineddin, R., Baradaran, H. R. og Nejati, M. (2011). Patellofemoral pain syndrome in Iranian female athletes. *Acta Medica Iranica*, 49 (3), 169-172.
- Ng, G. Y. og Cheng, J. M. (2002). The effects of patellar taping on pain and neuromuscular performance in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Clinical Rehabilitation*, 16, 821-827.
- Noehren, B., Scholz, J. og Davis, I. (2010). The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 691-696.

- Olney, S. J. (2005). Kafli 14 - Gait. In P. K. Levangie og C. C. Norkin, *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis* (4th Edition ed., pp. 517-568). Philadelphia: F. A. Davis .
- Ott, B., Cosby, N. L., Grindstaff, T. L. og Hart, J. M. (2011). Hip and knee muscle function following aerobic exercise in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21, 631-637.
- Powers, C. M. (2003). The Influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: A theoretical perspective. *Journal of Orthopaedic og Sports Physical Therapy*, 33, 639-646.
- Powers, C. M. (2010). The influence of normal hip mechanics on knee injury: A biomechanical perspective. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40 (2), 42-51.
- Powers, C. M., Lilley, J. C. og Lee, T. Q. (1998). The effects of axial and multi-plane loading of the extensor mechanism on the patellofemoral joint. *Clinical Biomechanics*, 13, 616-624.
- Powers, C. M., Ward, S. R., Chen, Y. J., Chan, L. D. og Terk, M. R. (2004). The effect of bracing on patellofemoral joint stress during free and fast walking. *American Journal of Sports Medicine*, 32 (1), 224-231.
- Powers, C. M., Ward, S. R., Fredricson, M., Guilett, M. og Shellock, F. G. (2003). Patellofemoral kinematics during weight-bearing and non-weight-bearing knee extension in persons with lateral subluxation of the patella: A preliminary study. *Journal of Orthopaedic og Sports Physical Therapy*, 33 (11), 677-685.
- Prins, M. R. og Wurff, P. v. (2009). Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55, 9-15.
- Reiman, M. P., Bolgla, L. A. og Lorenz, D. (2009). Hip function's influence on knee dysfunction: A proximal link to a distal problem. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18, 33-46.
- Roush, J. R. og Bay, C. R. (2012). Prevalence of anterior knee pain in 18-35 year-old females. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 7 (4), 396-401.
- Shumway-Cook, A. og Woollacott, M. H. (2012). Kafli – 12: Control of normal mobility. In A. Shumway-Cook og M. H. Woollacott, *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice* (4. útgáfa. ed., pp. 315-347). Baltimore: Lipincott Williams og Wilkins.
- Singerman, R., Davy, D. og Goldberg, V. (1994). Effects of patella alta and patella infera on patellofemoral contact forces. *Journal of Biomechanics*, 27 (8), 1059-1065.
- Snyder-Macker, L. og Michael, L. (2005). Kafli 11 - The knee. In P. K. Levangie og C. C. Norkin, *Joint Structure og Function, A Comprehensive Analysis*. Philadelphia: F.A. Davis Company.
- Spindler, K. B., Kuhn, J. E., Dunn, W., Matthews, C. E., Harrell, F. E. og Dittus, R. S. (2005). Reading and reviewing the orthopaedic literature: A systematic, evidence-based medicine approach. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 13, 220-229.
- Tenforde, A. S., Sayres, L. C., McCurdy, M. L., Collado, H., Sainani, K. L. og Fredericson, M. (2011). Overuse Injuries in High School Runners: Lifetime Prevalence and Prevention Strategies. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*, 3, 125-131.

- Tyler, F. T., Nicholas, S. J., Mullaney, M. J. og McHugh, M. P. (2006). The role of hip muscle function in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *The American Journal of Sports Medicine*, 34 (4), 630-636.
- van Linschoten, R., van Middelkoop, M., Berger, M. Y., Heintjes, E. M., Verhaar, J. A., Willemsen, S. P.,...Bierma-Zeinstra S.M. (2009). Supervised exercise therapy versus usual care for patellofemoral pain syndrome: an open label randomised controlled trial. *British Medical Journal*, 339, 1-8.
- Van Mechelen, W., Hlobil, H. og Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries: a review of concepts. *Sports Medicine*, 14 (2), 82-99.
- Waryasz, G. R. og McDermott, A. Y. (2008). Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dynamic Medicine*, 7 (9), 1-14.
- Willson, J. D., Kernozek, T. W., Arndt, R. L., Reznichak, D. A. og Straker, J. S. (2011). Gluteal muscle activation during running in females with and without patellofemoral pain syndrome. *Clinical Biomechanics*, 26, 735-740.
- Witvrouw, E., Lysens, R., Bellemans, J., Cambier, D. og Vanderstraeten, G. (2000). Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population: A two-year prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 28 (4), 480-489.
- Wu , C. C., Chou, S. W. og Hong, W. H. (2009). Effectiveness of goosetstep training or its modification on treating patellar malalignment syndrome: clinical, radiographic, and electromyographic studies. *Arch Orthop Trauma Surg*, 129, 333-341.
- Yeung, E. W. og Yeung, S. S. (2000). A systematic review of interventions to prevent lower limb soft tissue running injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 35, 383-389.
- Østerås, B., Østerås, H. og Torstensen, T. A. (2013). Long-term effects of medical exercise therapy in patients with patellofemoral pain syndrome: Results from a single-blinded randomized controlled trial with 12 months follow-up. *Physiotherapy*, 99 (4), 311-216.
- Østerås, B., Østerås, H., Torstensen, T. A. og Vasseljen, O. (2013). Dose–response effects of medical exercise therapy in patients with patellofemoral pain syndrome: a randomised controlled clinical trial. *Physiotherapy*, 99, 126–131.