

Den kvinnliga pubertetens samband med ökad risk för ACL-ruptur – förebyggande träning baserad på skapad riskprofil för artistiska gymnaster

Ett beställningsarbete av Mariehamns Gymnastikförening

Frida Johansson

Examensarbete
Fysioterapi
2016

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Fysioterapi
Identifikationsnummer:	5696
Författare:	Frida Johansson
Arbetets namn:	Den kvinnliga pubertetens samband med ökad risk för ACL-ruptur – förebyggande träning baserad på skapad riskprofil för artistiska gymnaster
Handledare (Arcada):	Göta Kukkonen
Uppdragsgivare:	Mariehamns Gymnastikförening
<p>Sammandrag:</p> <p>Skadefrekvensen för ACL-ruptur i knä hos kvinnor i och efter pubertetsåldern har räknats vara 4-6 dubblad jämfört med motsvarande manlig atlet, var skillnad inte påvisats innan puberteten (Myer et. al., 2009b). Artistiska gymnaster visar högst skadefrekvens för ACL-ruptur jämfört med idrotter såsom fotboll, volleyboll och basket (Michaelidis och Koumantakis, 2014).</p> <p>Mariehamns Gymnastikförening på Åland bad om hjälp med utveckla sin verksamhet genom att skapa en tryggare tränings- och tävlingsatmosfär för föreningens ledare och gymnaster. Utvecklingen planeras ske genom fördjupad kunskap om sambandet mellan pubertet och ökad risk för ACL-ruptur hos kvinnliga artistiska gymnaster samt genom skapandet och användandet av förebyggande träningsövningar specifikt utformat för dessa gymnaster och deras riskprofil. Önskemål från föreningens sida var att träningsövningarna skulle kunna implementeras i den vanliga träningen och vara oberoende av varandra.</p> <p>Arbetsprocessen följde Carlströms och Hagströms modell för utvecklingsarbete. Genom en systematisk litteratursökning i forskningsdatabaser samt genom internetsidor och litteratur kunde information om pubertetens samband med ACL-ruptur tas fram och bearbetas. Ett flertal riskfaktorer konstaterades öka risken för ACL-ruptur hos kvinnliga atleter i och efter pubertetsåldern varav bristande neuromuskulär kontroll tros vara den största och mest modifierbara faktorn. Använda forskningar visade att neuromuskulär träning med komponenter såsom muskelstyrka, plyometri, biomekanisk analys av landningar och biofeedback bör inkluderas i den förebyggande träningen.</p> <p>En övningsbas med förebyggande träningsövningar kunde slutligen utformas baserat på teoretisk bearbetad information och skapad riskprofil för de artistiska gymnasterna.</p>	
Nyckelord:	Mariehamns Gymnastikförening, ACL-ruptur, pubertet, kvinnor, artistisk gymnastik, förebyggande träning
Sidantal:	37
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	17.05.2016

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Physiotherapy
Identification number:	5696
Author:	Frida Johansson
Title:	The increased risk of ACL rupture associated with female puberty – preventive exercising based on the risk profile of artistic gymnasts
Supervisor (Arcada):	Göta Kukkonen
Commissioned by:	Mariehamns Gymnastikförening
<p>Abstract:</p> <p>The injury rate for ACL-rupture in female adolescents during and after puberty, has been calculated to reach a level 4 to 6 times higher than the corresponding male athlete. This difference, however, cannot be observed prior to puberty (Myer et. al., 2009b). Several studies indicate that artistic gymnasts suffer from the highest ACL injury rate in comparison with sports such as football, basketball and volleyball (Michaelidis and Koumantakis, 2014).</p> <p>Mariehamns Gymnastikförening, a gymnastics club located in the Åland Islands, requested assistance in improving its activities through creating a safer, less injury prone training and competing atmosphere for its gymnasts and coaches. The development is intended to be achieved through providing the club with a more thorough understanding of the association between puberty and increased risk of ACL rupture in female artistic gymnasts, as well as through the creation and use of preventive exercise combinations specifically designed for young female gymnasts and their risk profile. The wish of the MGF was that the exercises could be included in their daily training as well as done independently. The working process followed Carlström's and Hagström's model for work development. Through a systematic literature search covering research databases, websites and books, information about the association between puberty and ACL rupture could be compiled and studied. Several risk factors were found to increase the risk of ACL rupture in female athletes during and after the age of puberty. The lack of neuromuscular control is believed to be the largest and most modifiable factor. Research showed that neuromuscular training with components such as muscle strength, plyometrics, biomechanical analysis of landings and biofeedback should be included in the preventive training. Finally, a base of preventive exercises could be designed based on the studied theoretical information and the created risk profile for the artistic gymnasts.</p>	
Keywords:	Mariehamns Gymnastikförening, ACL-rupture, puberty, females, artistic gymnastics, preventive training
Number of pages:	37
Language:	Swedish

INNEHÅLL / CONTENTS

1	Inledning.....	6
2	Uppdragsgivare och önskemål	7
3	Utvecklingsarbete som metod	7
4	Inledande arbetsprocess	8
4.1	Definition av problemområde	8
4.1.1	<i>Forskningsunderlag.....</i>	8
4.1.2	<i>Forskningsfrågor</i>	9
4.2	Tidsplan.....	9
4.3	Litteratursökning.....	10
4.4	Kritisk granskning av forskning	10
4.5	Etiska reflektioner.....	11
5	Centrala begrepp	11
5.1	Skadeprevention	11
5.2	Artistisk gymnastik	12
5.3	Mattserie	12
5.4	Pubertet.....	12
5.5	Knäleden	12
5.6	ACL	13
5.7	Quadriceps femoris	13
5.8	Hamstrings	13
5.9	Landningsfas.....	14
5.10	Neuromuskulär obalans	14
6	Skademekanism	14
7	Pubertetens samband med ökad risk för ACL-ruptur.....	15
7.1	Ökad allmän ledrörlighet	15
7.2	Neuromuskulära brister.....	16
7.2.1	<i>Ligamentdominans.....</i>	16
7.2.2	<i>Quadricepsdominans</i>	17
7.2.3	<i>Bendominans</i>	17
7.2.4	<i>Andra neuromuskulära funktioner.....</i>	18

7.3	Nedsatt bålstabilitet.....	18
7.4	Hormonella mönster.....	19
7.5	Anatomiska faktorer.....	21
7.5.1	Ökad q-vinkel.....	21
7.5.2	Smalt mellanrum mellan femur-kondylerna.....	21
7.6	Ökat BMI i kombination med andra riskfaktorer.....	22
8	Riskprofil för artistiska gymnaster – sportens krav på atleterna	23
9	Sammanställande arbetsprocess	25
10	Definition av modifierbara riskfaktorer samt innehållande komponenter i dess åtgärdsunderlag	25
11	Aspekter i utformningen av förebyggande träningsövningar.....	26
11.1	Prioriterade muskelgrupper.....	26
11.2	Landningsteknik.....	27
11.3	Biofeedback och utförande	28
12	Bas av förebyggande träningsövningar.....	29
12.1	Enbensknäböj med riktningsdrag i knä.....	29
12.2	Lårcurl på gympaboll med samtidig höftabduktion.....	29
12.3	Nackstående – spänsthopp upp på kloss – volt/ljushopp - landning	30
12.4	Enbenshopp i rutmönster.....	30
12.5	Landning efter akrobatiskt moment från bom	31
12.6	Hopp upp och ner på klossar- akrobatiskt moment - spikad landning	31
12.7	Utfallssteg med tyngd ovanför huvudet.....	32
12.8	Grodhopp framåt och bakåt	32
12.9	Knäböj.....	33
12.10	Enbenshopp från stepbräda med landning på mjuk matta.....	33
13	Avsultande arbetsprocess.....	33
14	Utvärdering	34
14.1	Kvalité av forskningsunderlag	34
14.2	Prioriterade områden	35
14.3	Materialanvändning och framtida utvecklingsmöjligheter	36
14.4	Slutord.....	36
15	Källor	37
16	Bilagor	40

1 INLEDNING

Undersökningar visar att knä- och fotled är de mest drabbade områdena för skador inom artistisk gymnastik, varav de flesta sker vid gymnastens landning efter olika volter. Dessa knäskador är oftast av en mer allvarlig art jämfört med motsvarande vristskador, eftersom knäskadorna karakteriseras av längre frånvaro från idrotten, erhåller högre operationsbehov samt ger en ökad risk för att gymnasten skadar samma strukturer igen (Kirialanis et. al., 2015).

Forskningar har gjorts gällande förändrade biomekaniska egenskaper i knäet under och efter kvinnans pubertetsålder, vilka påvisar ökad risk för akuta knäskador (Hass et. al., 2003 och Myer et. al., 2009 a).

Skadefrekvensen för ACL-ruptur i knä hos kvinnor i och efter puberteten har räknats vara 4- 6 dubblad jämfört med motsvarande manlig atlet, vars skillnad inte påvisas före puberteten (Myer et. al., 2009b).

Skadeprevalensen gällande ACL-skador för kvinnliga atleter har observerats vara olika beroende på vilken sport det är som utövas. Michaelidis och Koumantakis (2014) rapporterar att skadefrekvensen (antal skador från 1000 träningar eller tävlingar) uppgår till 0,28 hos fotbollspelare, 0,23 hos basketspelare, 0,09 hos volleybollspelare och 0,33 hos gymnaster.

En ruptur av ACL kännetecknas ofta av en årlig frånvaro från idrotten samt en lång rehabiliteringsperiod. I samband med rekonstruktion av ACL har det observerats uppstå sekundär artros hos 71 procent av fallen inom 10-15 år postoperativt (Sugimoto et. al., 2015).

Studier konstaterar att förebyggande träning, innehållande olika komponenter, bland annat kan öka knäkontrollen och på så vis minska skadefrekvensen gällande akuta knäskador (Otsuki et. al., 2014 och Myer et. al., 2009 b).

Dessa forskningsresultat skapar underlag och ger värde till utformning av förebyggande träning och belyser även vikten av att konstruera ett träningsupplägg för den aktuella

idrotten och den specifika utövarens riskprofil.

2 UPPDRAGSGIVARE OCH ÖNSKEMÅL

Mariehamns gymnastikförening på Åland är en förening som erbjuder allt från familjegymnastik och trampolin till satsningsgrupper inom artistisk gymnastik. Föreningen genomgår en ständig utveckling för att uppnå en så trivsamt och framgångsrik verksamhet som möjligt. Jag fick uppdraget att undersöka sambandet mellan pubertet och ökad risk för ACL-ruptur hos kvinnliga artistiska gymnaster. I tillägg var min uppgift att framställa en bas med förebyggande träningsövningar baserat på min sammanställda riskprofil för just artistiska gymnaster. Riskprofilen förväntas inkludera kraven som den artistiska gymnastiken ställer på gymnasterna, vilket förhoppningsvis skapar en djupare förståelse för gymnasternas behov av förebyggande träning. Önskan från föreningen sida var att de förebyggande träningsövningarna skulle kunna implementeras i den vanliga träningen, skulle utformas specifikt för gymnasterna samt att alla övningar skulle kunna utföras i gymnastiksalen.

3 UTVECKLINGSARBETE SOM METOD

Utvecklingsarbete har valts som metod eftersom Mariehamns Gymnastikförening genom detta arbete vill få en bättre förståelse för pubertetens samband med ökad risk för ACL-skada hos de artistiska gymnasterna samt eftersom de vill erhålla förebyggande träning riktad mot denna problematik. Målet med detta arbete (och slutprodukten) är att utveckla föreningens kunskap och praktiska verksamhet. Det sistnämnda planeras ske genom implementering av förebyggande träning baserat på insamlad teoretisk information och skapad riskprofil för de artistiska gymnasterna i föreningen. Denna kunskaps- och verksamhetsutveckling kommer förhoppningsvis resultera till en tryggare träningsatmosfär för föreningens ledare och gymnaster.

I arbetsprocessen har Carlström och Hagemans (2006) modell för utvecklingsarbete följts. Författarna skriver att denna modell innebär att man i allmänt sett uppmärksammar en situation eller företeelse som väcker frågor eller oklarheter och efter det analyserar den, gör olika insatser för att förbättra verksamheten samt utvärderar de nya tillskotten. Den nya verksamheten kan sedan formas och vidareutvecklas av de slutsatser som dras.

4 INLEDANDE ARBETSPROCESS

4.1 Definition av problemområde

Inledningsvis valdes och definierades utvecklingsområdet. Carlström och Hagman (2006) skriver att denna fas i arbetsprocessen kräver en analys av problemområdet vars information kan hämtas från bland annat litteratur, kollegor, diskussion och observationer. I detta skede erhöles kontakt med Mariehamns Gymnastikförenings verksamhetsledare för diskussion och besök till gymnastiksalen för att få en bättre bild av föreningens behov av utveckling och deras utgångsläge. Det bekräftades då att föreningen inte erhöles någon djupare kunskap om ökad risk för akut knäskada i kvinnans pubertetsålder samt att föreningen varit drabbad av ett flertal akuta knäskador i form av ACL-skada/ruptur. Det konstaterades även att de inte erhöles något specifikt preventionsunderlag för denna problematik. I den här fasen av arbetsprocessen kunde problemformuleringarna skapas och i samma skede skedde en undersökning av tidigare forskning inom det valda området.

4.1.1 Forskningsunderlag

Vid litteraturgenomgång konstaterades att det finns ett forskningsunderlag angående fysiska och strukturella förändringar som kan ha en inverkan på knäleden och skadefrekvensen i samband kvinnans pubertet. Vid genomgången observerades dock ett bristfälligt underlag av rct-studier och ofta även en saknad av egentlig klinisk relevans, varvid det i resultatredovisningen inte framkom tydligt hur fynden egentligen påverkar atleten i

fråga. Omfattande sammanställningar av dessa riskfaktorer kunde inte påfinnas. Vid litteratursökning kunde en handfull förebyggande träningsprogram observeras, däremot inget som var avsett för artistiska gymnaster och deras riskprofil, vilket förhoppningsvis kan skapa värde för detta arbete.

4.1.2 Forskningsfrågor

Vilket samband har puberteten med ökad risk för ACL-ruptur hos kvinnliga artistiska gymnaster?

Vilka faktorer kan man genom förebyggande träning åtgärda/förbättra för att uppnå en minskad risk för ACL-ruptur hos kvinnliga artistiska gymnaster i och efter pubertetsåldern?

Vilka komponenter bör inkluderas i förebyggande träning för ACL-ruptur hos kvinnliga artistiska gymnaster i och efter pubertetsåldern?

4.2 Tidsplan

Följande del av arbetsprocessen i ett utvecklingsarbete består av planering. I detta skede bestäms tillvägagångssättet vid bearbetning och analys av den inhämtade informationen. En arbetsplan och tidsplan görs upp för att få struktur till arbetsprocessen. Planeringen bör hålla arbetaren på spåret och på så sätt stödja arbetsprocessen (Carlström och Hagman 2006).

För att planera och få struktur till arbetet skapades det tillsammans med handlare en tidsplan för idéfas, planfas samt sammanställning och presentation av arbetet. Efter detta kunde mer specifik information ges till Mariehamns Gymnastikförening gällande när de kunde förvänta sig en färdig slutprodukt.

4.3 Litteratursökning

Fas tre i arbetsprocessen i ett utvecklingsarbete inkluderar fältarbete varvid utvecklingsarbetet genomförs i praktiken. I denna fas insamlas information (data) om det definierade utvecklings- och problemområdet (Carlström och Hagman 2006).

Till arbetets teoretiska del insamlades information genom en systematisk litteratursökning i forskningsdatabaser samt genom internetsidor och litteratur från böcker. Forskningsdatabaser som användes var EBSCO, PubMed, SportDiscus och Google Scholar. Sökord som kombinerades var ACL- injury, prevention, puberty, post puberty, sex hormones, knee mechanics, female, neuromuscular training, plyometric, injury mechanism. Dessa sökord användes alltid i kombination med varandra för att avgränsa och specificera sökningen så långt som möjligt. I första hand inkluderades RCT-studier men vid behov även CCT-studier, kohortstudier, metaanalyser och några litteraturöversikter.

4.4 Kritisk granskning av forskning

Granskning av funna studier skedde genom stöd av Forsbergs och Wengströms bok *Att göra systematiska litteraturstudier: värdering, analys och presentation*. I boken belyser författarna vikten av kritisk granskning av kvantitativ forskning och tar i kapitlet *Att värdera kvantitativ forskning* upp olika faktorer som bör beaktas vid granskningen. De skriver att kritisk granskning av kvantitativ forskning bör inkludera den aktuella studiens syfte och frågeställningar, design (studieupplägg), urval, mätinstrument, analys och tolkning av slutresultaten. Baserat på författarnas underlag för kritisk granskning skapades en lista med frågor vilken agerade grund till den utförda granskningen, detta för att skapa bästa möjliga interna och externa validitet till arbetet (bilaga 1).

I så stor mån som möjligt begränsas materialet till sådant som blivit publicerat inom de närmsta åtta åren. Krav på materialet till sammanställningen av riskfaktorer var att de inkluderade kvinnor i och efter pubertetsåldern samt att akuta knäskador låg i fokus. Studier med ett stort antal bortfall, bristfällig redovisning av populationen samt de med oklara slutsatser exkluderades omedelbart.

I tillägg till forskningsdatabaser uppsöktes information från aktuell litteratur från böcker och välkända internetsidor.

4.5 Etiska reflektioner

I mitt arbete utgår jag från God vetenskaplig praxis i utbildning och forskning på Arcada, vars praxis är baserat riktlinjer från Forskningsetiska delegationen i Finland år 2012. Detta innebär att informationsinsamlingen och dokumenteringen sker både omsorgsfullt och hederligt och på det sätt som kraven på vetenskapliga fakta förutsätter. Publicering av resultat kommer tillämpa öppenhet och ett etiskt förhållningssätt kommer bibehållas från arbetsprocessens början till slut (Arcada 2012).

Arbetet kommer att ske genom den klientcentrerade metoden för hälsoarbete vilket innebär att tillsammans med klienterna hjälpa dem att öka sin kunskap inom ett visst område och därefter vidta åtgärder för att de ska kunna fatta egna beslut och göra sina val utifrån sina egna mål och värderingar. Under arbetsprocessen tas etiska bekymmer och principer i beaktande. Detta innebär att vinster kommer vägas mot risker och kostnader samt att arbetet handlar på ett sådant sätt som gynnar beställaren och dess användare. Arbetet kommer i högsta mån att undvika att orsaka skada och vara hälsofrämjande genom fysioterapins (yrkesutövningens) värderingar och principer (Ewles och Simnett, 2013).

5 CENTRALA BEGREPP

5.1 Skadeprevention

Skadeprevention ger ett flertal fördelar inom idrotten. Till dessa fördelar kan räknas förbättrad hälsa för den enskilda atleten, längre idrottskarriär samt minskade kostnader för atleten, idrotten och hälso- och sjukvårdssystemet. En annan fördel är att prestations-

förmågan kan förbättras vilket är särskilt viktigt när man ska motivera tränare och atleter att implementera skadeprevention i form av bland annat förebyggande träning i den dagliga träningsverksamheten (Bahr och Engebretsen 2009).

5.2 Artistisk gymnastik

Artistisk gymnastik benämns på svenska även som redskapsgymnastik. Damerna tävlar i redskapen hopp, barr, bom och matta. Artistisk gymnastik inkluderar både grenspecifik tävling och mångkamp där slutpoängen från alla redskap räknas ihop. I tillägg till detta kan gymnasterna tävla i lag (International gymnastics federation 2015).

5.3 Mattserie

Mattan är ett 12x12 meter stort område omgivet av en säkerhetskant på 1 meter. Mattan måste ha en svikt som möjliggör kraftutveckling under frånskjut och tillgodoser en viss mjukhet i gymnastens landning. Mattserien, vilken den kvinnliga gymnasten utför till musik, inkluderar både akrobatiska element samt artistiska hopp och piruetter som fokuserar på elegans (The Fédération Internationale de Gymnastique, 2015).

5.4 Pubertet

Puberteten är tiden då kroppen utvecklas från barn till vuxen. Flickor når vanligen sin pubertetsålder när de är 10 till 12 år gamla medan en senare start kan observeras hos pojkar. Hela pubertetsperioden brukar vara i 5 till 6 år. I början av puberteten växer barnen mycket och vikten följer vanligtvis denna uppåtgående kurva (Ahlberg, 2012).

Tjejers pubertet kännetecknas i tillägg till ovanstående av bredare höfter, ökad fettprocent och menstruation (Gelander, 2011).

5.5 Knäleden

Knäleden är en av de största lederna i kroppen och klassas som en modifierad gångjärnsled. En riktig gångjärnsled öppnas och stängs längs en sluten axel medan man i knäleden kan se att tibia (skenbenet, det distala benet) glider runt den distala änden av

femur (lårbenet, det proximala benet) och trots att denna rörelse håller sig i sagittalplanet så sker det runt en axel vars egenskaper hela tiden förändras. Även om knäleden upplevs vara välkonstruerad är den inte gjord för att utsättas för stora påfrestningar såsom vissa sporter ofta kräver (Behnke, 2008b).

5.6 ACL

ACL, lig. cruciatum anterius, benämns på svenska som det främre korsbandet. Detta ligament är placerat mitt i knäleden tillsammans med PCL (lig. cruciatum posterior). ACL sträcker sig från den anteriora (främre) sidan av eminentia intercondylaris på skenbenet till den posteriora (bakre) mediala ytan av den laterala lårbenskondylen. Till ligamentets uppgifter hör att tillsammans med de posteriora musklerna som korsar knäleden, hindra att skenbenet inte glider framåt i förhållande till lårbenet och att knäet därmed inte hyperextenderas (översträcks) (Behnke, 2008b).

5.7 Quadriceps femoris

Quadriceps femoris, knästräckarmuskeln, är belägen på lårets framsida. Muskelgruppen består av fyra olika muskler nämnda rectus femoris, vastus lateralis, vastus intermedius och vastus medialis. I tillägg till extension (sträckning) av knäleden så flekterar (böjer) även rectus femoris i höftleden samt agerar som en väldigt svag abduktor (utåtförare) (Behnke 2008a).

5.8 Hamstrings

Hamstrings är en grupp på tre muskler lokaliserade på lårets baksida. Musklerna som ingår i denna grupp namnges biceps femoris, semitendinosus och semimembranosus. Till dessa musklers uppgifter hör att extendera i höftleden samt flektera i knäleden (Behnke, 2008a).

5.9 Landningsfas

Landningsfas kan definieras som tidsperioden från fotisättning i underlaget till maximal knäflexion (Hass et. al., 2003).

5.10 Neuromuskulär obalans

Neuromuskulär obalans ses genom nedsatt muskelstyrka eller aktiveringsmönster som leder till ökad belastning på leden (Myer et. al., 2009b).

6 SKADEMEKANISM

Nästan 80 procent av ACL-skadorna sker utan någon yttre kontakt. Skadorna uppkommer ofta vid landning från ett hopp, snabba riktningsförändringar eller vid fartreduktion/stopp efter en snabb och kraftfull rörelse. Skademekanismen inkluderar vanligen en framåtgående av tibia i förhållande till femur samt en dynamisk medial knärörelse (valgusrotation), detta med tibia placerad i inåtrotation och knäleden nära eller i full extension. Denna brist på flexion är ofta resultat av en ökad aktivitet i quadriceps i förhållande till hamstring. Vid skadesituationen noteras ofta att det påverkade benet erhåller majoriteten av kraften med benet placerat bort från kroppens tyngdpunkt (center off mass) i kombination med ökad rörelse i bålen (Renstrom et. al, 2008).

Bahr och Engebretsen (2009) skriver att skademekanismen gör så att ACL kommer i kontakt med och sedan kläms mot mediala sidan av laterala femurkondylen. Författarna menar att det inte är fastställt hur ACL kläms in mot femurkondylen men att man däremot kan uttala sig om valgusbelastning på tibia i förhållande till femur är en viktig del av belastningen som knäet utsätts för vid ACL-ruptur.

7 PUBERTETENS SAMBAND MED ÖKAD RISK FÖR ACL-RUPTUR

7.1 Ökad allmän ledrörlighet

Ökad allmän ledrörlighet, benämnt hypermobilitet, är definierat som ökad ledrörlighet jämfört med den allmänna populationen. Stabiliteten i en led skapas av både passiva och aktiva strukturer i form av ligament, ledkapsel, ledyta, passiv eller reflexiv muskelkontraktion samt kroppens mjukdelar. Dessa bidrar till ledstabilitet och skapar tillsammans ledens ytterläge (end-range of motion). Förändringar i dessa strukturer under pubertet kan därmed påverka ledens stabilitet och kontroll på ett negativt sätt, vilket kan vara med och öka den akuta skaderisken i knäet (Quatman et. al., 2008).

Quatman et. al. (2008) undersökte 275 kvinnliga och 143 manliga atleter i åldern 11-18 år som var före, i och efter sin pubertet. Alla personers generella rörlighet testades av samma fysioterapeut. De standardiserade testerna som användes var Beighton och Horan joint mobility index (BHJMI). Testerna inkluderade hyperextension av lillfingret (mer än 90 grader), hyperextension av armbågen (mer än 10 grader), tummen till handleden, knä hyperextension (mer än 10 grader) och bålflexion (händerna till golvet med extenderade knän). Alla test utfördes bilateralt förutom bålflexionen.

Testerna påvisade att kvinnor i och efter puberteten har en större incidens av ökad ledrörlighet i sina knän samt en ökad allmän ledrörlighet jämfört med männen i studien och jämfört med kvinnorna som inte nått sin pubertet ännu.

Quatman et. al. (2008) antyder att ökad ledrörlighet kan vara sammankopplad med könsskillnader gällande hormoner och anatomiska förändringar som sker under puberteten. Författarna menar att hypermobilitet hos atleter ökar risken för skador, inkluderat ACL-ruptur, i sporter som består av hopp, vridningar och stora kraftpåtryckningar (Jumping and cutting sports). Hypermobilitet i knät kan även ses i samband med förse-nad reflextid och ökad reflexamplitud i biceps femoris muskelaktivitet. Dessa fynd indikerar att ökad ledrörlighet i knäet delvis kan ses i form av underliggande neuromuskulära brister som kan öka risken för ACL-ruptur.

7.2 Neuromuskulära brister

Myer et. al. (2009b) skriver att förmågan att skapa muskelkraft i och efter puberteten skiljer sig åt mellan män och kvinnor. I samband med puberteten erhåller män en neuromuskulär spurt som utvecklar muskelstyrkan, kraftutvecklingen och koordinationen, vilket inte har kunnat observeras hos kvinnor.

I Myer et. al.:s (2009a) fallstudie indikerades det att ökad kroppsvikt och höjd på tyngdpunkten utan likartad ökning i höft- och knästyrka, är med och skapar den neuromuskulära obalansen hos kvinnor i och efter pubertetsåldern. Detta fenomen noterades i mätningar av vertikala hopp där män påvisade en signifikant ökad kraftutveckling jämfört med kvinnor som presterade likartat som innan tillväxtspurten och puberteten. Den bristfälliga neuromuskulära utvecklingen har visat sig ge utslag i nedsatt muskeltillväxt och ökade neuromuskulära obalanser hos kvinnor i och efter puberteten.

De neuromuskulära obalanserna kan ge utslag i form av ligamentdominans, quadricepsdominans och bendominans (Myer et. al., 2009b).

7.2.1 Ligamentdominans

Dominans av knäets ligament uppstår när den kvinnliga atleten tillåter knäets ligament att ta upp en signifikant del av belastningen (ground reaction force) istället för att överlåta jobbet till nedre extremitetens muskler. Ligamentdominans kan visuellt observeras genom ökad medial knärörelse/knävalgus och högt kraftpåtryck från underlaget till knäet (Myer et. al., 2009a).

Förutom ökad knävalgus skriver Fisher (2006) att ligamentdominansen även kan ge utslag i form av ökad (external) abduktion och hyperextenderat knä. Dessa rörelser av knäleden har observerats efter landning från vertikala hopp, snabba riktningförändringar samt vid landning vid hopp bakåt. Författaren skriver att denna form av neuromuskulär obalans kan förlägga atleten i positionen var det inte finns någon återvändo, vilket vanligen resulterar i skada eller ruptur av det påverkade ligamentet.

7.2.2 Quadricepsdominans

Vid dominans av quadriceps uppstår en obalans mellan quadriceps och hamstrings aktiveringsmönster. Denna obalans resulterar i att den kvinnliga atleten tenderar att prioritera ökad knäextension över knäflexion vid rörelser som genererar höga belastningsvidmoment i nedre extremiteten. Att landa med knäet nära full extension är en vanlig mekanism för ACL-ruptur. Vid knäflexion från 0-30 grader pressas tibia framåt av quadriceps kontraktioner vilket ökar belastningen på ACL. Detta förstärks vid saknad av balanserade knäflexorkontraktioner (hamstrings och gastrocnemius) vars uppgifter hör att minska belastningen på ligamenten. Vid knäflexion mindre än 45 grader agerar quadriceps antagonist till ACL och vid knäflexion över 45 grader transporterar quadriceps tibia i motsatt (posterior) riktning, vilket minskar belastningen på ligamentet (Myer et. al. 2009a).

I tillägg till denna muskelobalans skriver Bahr och Engebretsen (2009) att det dessutom gjorts studier om kontraktionen av quadriceps i kombination med ett nästan fullt extenderat knä. Författarna menar att detta fenomen kan medföra tillräckligt stor belastning på patellarsenan för att skapa en framåtgåglidning av tibia i förhållande till femur, vilket skulle kunna resultera till ruptur av ACL. Vinkeln som kan observeras mellan patellarsenan och tibiaskaftet är vinkeln i sagittalplanet mellan tibia (fotleden till knäleden) och dragriktningen för patellarsenan. Vid quadricepsdominans och ett nästan fullt extenderat knä medför denna vinkel en större framåtriktad kraft på tibia och ökar därmed belastningen som överförs till ACL. Hos kvinnor har det observerats en större vinkel genom hela knäflexionens rörelseomfång jämfört med män. Denna vinkel är ännu större när knäet är nästan helt extenderat. Författarna kan dock konstatera att man inte i någon studie om riskfaktorer har haft med vinkeln mellan patellarsenan och tibiaskaftet i analysen.

7.2.3 Bendominans

Med bendominans menas en obalans i muskelstyrka och ledkinematik mellan de två nedre extremiteterna. Det har rapporterats att kvinnliga atleter i ungdomsåren genererar lägre hamstringskraft i det icke-dominanta benet jämfört med det dominanta. Vid ner-

stigning från en låda följt av ett vertikalt hopp (box-drop vertical jump) noterades kvinnorna i ungdomsåldern ha signifikanta sidoskillnader gällande maximal valgusvinkel i knä jämfört med män i samma ålder (Myer et. al., 2009).

Föreliggande bendominans kan även noteras i form av osymmetrisk ben och fotposition vid landning från olika hopp, ofta med det ickedominanta benet placerat framför det dominanta (Fischer, 2006).

Studier visar att sidoskillnader gällande muskelstyrka, flexibilitet och koordination är viktiga faktorer att träna för att minska risken för akuta knäskador i form av ACL-ruptur. Bendominansen kan sammankopplas med ovanstående rubriks ligamentdominans eftersom den stora tillförlitligheten på det dominanta benet kan resultera i större belastning och vridmoment på knäet, vilket gör att det icke-dominanta benet blir i farozon när muskulaturen inte kan ta upp den höga belastningen på ett effektivt sätt (Myer et. al., 2009a).

7.2.4 Andra neuromuskulära funktioner

I tillägg till ovanstående neuromuskulära faktorer nämner Bahr och Engebretsen (2009) även muskulär reaktionstid, tid till maxkraft, muskelstramhet och muskulär utmattning. Författarna menar att brister i dessa funktioner bör inkluderas till riskfaktor för ACL-ruptur. De nämner dock det faktum att det inte är fastställt av vilken betydelse dessa riskfaktorer egentligen är.

7.3 Nedsatt bålstabilitet

Bålstabilitet är definierat som förmågan att bibehålla en god linje och position i lumbopelviska höftkomplexet i varierande kroppspositioner och belastningsformer. Bålens stabilitet skapas i form av både aktiva komponenter i form av muskler och passiva i form av ben, ligament och mjukvävnad. Musklerna som är med och skapar stabilitet i bålen är framför allt höftens utåttrotatorer, glutealmusklerna, hamstringarna, abdominala

muskelpaketet, quadratus lumborum, erector spinae och multifiderna. Svaghet eller nedsatt uthållighet i någon/några av dessa muskler har hypotiserats vara en bidragande faktor till ökad medial rörelse i knäleden vid upprepande hopp och riktningsförändringar. Studier påvisar att kvinnor ofta demonstrerar nedsatt isometrisk styrka i höftens abduktorer och utåttrotatorer samt nedsatt uthållighet i quadratus lumborum jämfört med män. Det faktum att bålen är med och påverkar nedre extremitetens stabilitet och rörelsemönster skapar ett samband mellan nedsatt muskelstyrka och/eller muskeluthållighet och ökad risk för ACL-skada för kvinnliga atleter (Fischer, 2006).

Detta samband har även Phile et. al. (2013) observerat eftersom de i sin studie skriver att kvinnor som påvisar större lateral rörelse i bålen vid en plötslig krafttilläggning, erhåller större risk att drabbas av en ACL-skada jämfört med de som kan bibehålla en stabil bål.

7.4 Hormonella mönster

Den cirkulerade mängden könshormoner är unik för kvinnans endokrina system. Menscykeln inleds med follikelfasen (dag 1-9) och följs utav ägglossningen (dag 10-14) och lutealfasen (dag 15 till slutet av cykeln) (Zazulak et. al. 2006).

I sin forskningssammanfattning skriver Zazulak et. al (2006) att könshormoner och tiden i kvinnans menscykel, kan ha ett samband med varför kvinnor i och efter pubertetsålder löper en större risk för ACL-rupturer jämfört med män och icke-köns mogna kvinnor. Författarna hypotiserade att sambandet kunde vara associerat med förändringar i ligamentens mekaniska egenskaper, speciellt ACL:s kollagena strukturer och dess metabolism. I forskningssammanfattningen inkluderades 9 studier i form av 11 artiklar, varav 6 stycken inte rapporterade någon påtalad effekt och samband gällande ökad anterior rörlighet i knäleden i olika delar av menscykeln. I 3 av studierna observerades det däremot ett signifikant samband mellan stadier i menscykeln och anterior rörlighet i knäet. I dessa studier konstaterades det att ledrörligheten i knäet ökade under ägglossningen (ovulatory phase) men främst i lutealfasen (post-ovulatory phase) av menscykeln.

Zazulek et. al. (2006) hade hypotiserat att den ökade ledrörligheten hade ett samband med den ökade skaderisken i knäet. Fynden från de 11 artiklarna uppvisade däremot ett fränsägande förhållande mellan ledrörligheten och skadedatan, eftersom skadefrekvensen var förhöjd under follikelfasen där knäet och ACL påvisade mindre rörlighet och högre generell styvhet. Den luteala fasens data påvisade ökad ledrörlighet men matchade inte skadedatans plats i menscykeln. Författarna menar att detta fynd kan indikera att sambandet mellan ökad risk för ACL-ruptur och de hormonella förändringarna i menscykeln snarare kan ha en aktiv än en passiv påverkan och därmed ses i form av neuromuskulära brister istället för förändringar i strukturer och ledlaxitet.

Stijak et. al. (2015) skriver att det igenom ett flertal studier har blivit generellt accepterat och fastställt att ACL-rupturer hos kvinnor sker mer frekvent under follikelfasen (pre-ovulatory phase) eftersom halten av könshormoner är låg i denna fas av menscykeln. I sin studie jämförde forskarna nivåerna av testosteron, östrogen och progesteron hos kvinnor med och utan ACL-ruptur. Studien påvisade att kvinnorna drabbade av ACL-ruptur hade en minskad dos testosteron, *17-beta-östradiol (östrogen)* och progesteron, vilket författarna hypotiserar att kan ha ett samband med ökad risk för ACL-ruptur.

Det som Stijak. et. al (2015) även konstaterade med sin studie, var att den reducerade halten hormoner i follikelfasen inte hade något samband med ökad generell ledrörlighet. Dessa fynd stöder Zazulak et. al.:s (2006) skadedata som påvisade ökad risk för ACL-ruptur i follikelfasen trots att det inte observerades någon påverkan på ledrörligheten i denna fas av menscykeln. Det som Stijak. et. al. (2015) däremot inte kunde påvisa var om den konstaterade ökade skaderisken berodde på individuell hormonnivå hos deltagarna eller själva follikelfasen i sig.

Fouladi et. al. (2012) undersökte knäets proprioception (joint position sense) hos 16 friska och fysiskt aktiva kvinnor i åldern 20-35 år. Datan samlades in i menscykelns 3 olika faser varav forskarna jämförde östrogen och progesteronvärdena genom dessa faser. Östrogennivåerna observerades vara märkbart förhöjda i mitten av ägglossningen och lutealfasen jämfört med follikelfasen. Progesteronvärdena var också signifikant förhöjda under mitten av lutealfasen jämfört med ägglossningen och follikelfasen. Den största observationen under denna studie var att de största proprioceptiva störningarna

kunde hittas i follikelfasen och de minsta under lutealfasen. Denna studie antyder därmed att knäets proprioceptiva förmåga är nedsatt i follikelfaserna då halten cirkulerande könshormoner är som lägst. Baserat på detta resultat kunde forskarna dra slutsatsen att risken för ACL-ruptur hos kvinnor är ökad under follikelfasen.

Bahr och Engebretsen (2009) stöder hypotesen ovan. I sin bok *Undvik idrottsskador* skriver de att studier påvisar att risken för att drabbas av en ACL-skada kan vara upp till tre gånger större under follikelfasen jämfört med lutealfasen av menscykeln. I tillägg skriver de att detta fynd troligen inte kan vara till så stor nytta om man baserar det på den kvinnliga idrottarens information om sin menscykel, utan det behövs professionella mätinstrument för att beskriva samt ha en korrekt uppfattning om den hormonella miljön och dess egentliga inverkan.

7.5 Anatomiska faktorer

7.5.1 Ökad q-vinkel

Knäets q-vinkel mäts i frontalplanet och utgörs av två olika linjer bestående av 1) linjen som löper mellan tuberositas tibia och mitten på patella och 2) linjen från mitten av patella och till spina iliaca anterior superior (SIAS). Ökad q-vinkel i takt med bredare bäcken hos kvinnor i pubertetsåldern har studerats som en av de möjliga faktorerna varför kvinnor mer frekvent drabbas av ACL-rupturer jämfört med män. Q-vinkeln kan kopplas till en överdriven vaglusbelastning på knäet vilket i sin tur kan kopplas samman med typiska skademekanismer för ACL (Bahr och Engebretsen, 2009).

7.5.2 Smalt mellanrum mellan femur-kondylerna

Bahr och Engebretsen (2009) skriver att forskare i olika undersökningar har haft hypotesen att ett smalt utrymme mellan femurkondylerna, som ofta observeras hos kvinnor, kan innebära att idrottaren är mer benägen att drabbas av en ACL-ruptur. Författarna skriver att detta kan ha att göra med att ett mindre utrymme i femurkondylerna kan bidra till ett mindre och svagare ACL. En annan möjlighet är att inklämning av ACL i utrymmet mellan femurkondylerna kan vara vanligare om utrymmet är smalt, vilket kan skapa mikrobristningar under idrottsutövning som försvagar ligamentet och till sist kan

övergå till en ruptur. Författarna skriver att det finns motsägelsefulla studier vilket gör att man inte kan dra ett absolut samband mellan minskat utrymme mellan femurkondylerna och ökad benägenhet för ACL-ruptur.

7.6 Ökat BMI i kombination med andra riskfaktorer

Det är allmänt känt att en viktökning sker vid tiden för tillväxtpurt och puberteten. Bahr och Engebretsen (2009) skriver att man har funnit ett samband mellan ökat BMI (Body Mass Index) och ökad risk att drabbas av ACL-ruptur hos kvinnliga kadetter som deltog i US Military Academy. I andra studier fann man däremot inte något samband mellan dessa två faktorer, vilket gör att det är svårt att dra några säkra slutsatser.

Bahr och Engebretsen (2009) skriver även att riskfaktorerna för allvarliga skador i knäets ligament troligen beror på många olika faktorer. Författarna indikerar att man har sett att en kombination av olika riskfaktorer som t.ex. ett litet utrymme mellan femurkondylerna och ett högt BMI, leder till en dramatisk riskökning att drabbas av en ACL-ruptur jämfört med om personen bara erhåller en av riskfaktorerna. För att förtydliga kan den relativa risken vid dessa två riskfaktorer ligga på 26,2 medan den vid endast en riskfaktor ligger på 3,2 respektive 4,0. Med den relative riskfaktorn menar författarna den ökade skaderisken för en individ som erhåller en specifik riskfaktor jämfört med en individ som inte gör det. För att exemplifiera innebär en relativ risk på 1,2 att skaderisken för personen med detta särdrag är 20 procent större än någon som inte erhåller den riskfaktorn.

Myer et. al. (2011) behandlar såsom författarna ovan inte ökat BMI som en ensam riskfaktor. De skriver att kvinnor i puberteten påvisar en ökad knävalgus (KAM =knee abduction moment) vilket enligt dem kan kopplas ihop med den ökade prevalensen av knäskador hos kvinnor i puberteten. Författarna antyder att bakomliggande orsaker till ökad abduktion i knäleden vid landning efter vertikala hopp är quadricepsdominans, ökad längd på tibia, ökad valgusvinkel i knäet, minskad knäflexion och ökat BMI.

Detta gör att man kan dra slutsatsen att förhöjt BMI kan vara med och öka risken för ACL-ruptur men att man bör lämna rum för utredning gällande dess ensamma inverkan.

8 RISKPROFIL FÖR ARTISTISKA GYMNASTER – SPORTENS KRAV PÅ ATLETERNA

Kirialanis et. al. (2015) skriver att undersökningar påvisar att 49,5 procent av artistiska gymnasters knäskador sker i landningsfasen och att 11,9 procent sker i frånskjutet till en specifik övning. Författarna nämner att ungefär 40 procent av dessa skador sker i gymnasternas mattserie på grund av felaktig rörelse och brist på kropps kontroll i landningsfasen.

Hos artistiska gymnaster ses ofta landningar som inkluderar hög fart och en viss rotation i nerslagsfasen. Detta kan observeras när gymnasterna utför vertikala hopp till en- eller tvåbenslandning, samt i landningar efter uthopp (dismount) från de olika redskapen. Artistiska gymnaster är ofta utsatta för en hög frekvens av belastning och uthoppet från ett redskap överstiger vanligen 200 repetitioner per vecka. Uthopp ställer krav på gymnasterna eftersom de måste anpassa mängden rotation och kroppsposition för att garantera en kontrollerad landning (Gittoes och Irwin, 2012).

En säker landning kräver att gymnasterna absorberar krafterna med sina muskler. Om krafterna blir för stora för musklerna att hantera uppstår ofta en skadesituation. Ligamentskador i knä vid en okontrollerad eller felaktig landning är den mest vanliga skadan som uppstår i samband med skruvar och främst efter volter som roterar bakåt (Kirialanis et. al., 2015).

Studier som undersökt egenskaper vid landning hos gymnaster har konstaterat att den realistiska landningshöjden vid uthopp vanligen överstiger 2 m. Krafttoppar på motsvarande 9 gånger kroppsvikten som uppkommer på mindre än 0.05 sekunder har rapporterats kunnat uppstå hos gymnasterna vid landningar från en höjd på 1,82 m. I nerhopp från exempelvis bommen, skapar denna höjd och kraftpåverkan i kombination med transversella och longitudinella rotationer, ett högt krav på gymnastens kropps kontroll och teknik för att säkerställa en säker landningsfas (Gittoes och Irwin 2012). För att exemplifiera skulle detta krav ställas på gymnasten vid utförandet av en gruppe-rad bakåtvolt med helskrub i form av ett uthopp från bommen. Det optimala utgångslägg-

et är att gymnasten alltid är fullt roterad och skruvad när hon intar landningspositionen. Så är dock inte alltid fallet vilket ställer enorma krav på muskulatur samt ibland även gymnastens passiva strukturer. Som gymnast är det en enorm fördel att kunna korrigera felaktiga rörelsemönster under själva övningen för att på så vis minska risken för allvarliga skador i landningsfasen.

I många sporter utförs det vertikala hopp, till exempel när en volleyspelare serverar bollen över nätet. Gymnasten utför sällan ett vanligt vertikalt hopp utan hoppen och volterna består ofta av rotationer runt olika axlar kombinerat med temporära synborttagningar när gymnasten exempelvis kastar huvudet bakåt. Detta gör att ett snedsteg i frånskjutet till en övning möjligtvis kan vara mer utmanande för en gymnast att rätta till jämfört med en volleyspelare.

Av egen erfarenhet vet jag att det är otroligt svårt att hålla teknikerna och landningarna rena efter timmar av träning och upprepade repetitioner. Detta ställer inte bara krav på gymnastens fysiska egenskaper i form av styrka och uthållighet, utan också på psykiska aspekter såsom koncentration och medvetenhet.

Kirialani et. al. (2015) nämner även yttre variabler som kan ha ett samband med den ökade prevalensen av knäskador i landningsfasen hos artistiska gymnaster. Författarna skriver att säkerhetsanordningar och assisterande utrustning (spotting equipment) såsom gropar (foam pits) kan reducera belastningen med upp till 50 procent. Dessa säkerhetsmoment används inte lika flitigt under tävlingssäsongen varvid gymnasten då utsätts för den extrema belastningen när dessa mattor och anordningar inte används på samma sätt som under försäsongen.

I stycket om neuromuskulära obalanser behandlades i en underrubrik fenomenet ben-dominans vilket jag tycker bör nämnas i denna riskprofil av gymnaster. Av egen erfarenhet, både som tidigare gymnast samt som nuvarande tränare, kan jag intyga att de flesta utav gymnasterna har ett dominant ben i de flesta av övningarna. Många moment i den artistiska gymnastiken kräver frånskjut och/eller landning på endast ett ben. Många frekventa repetitioner av denna form av övningar skulle eventuellt kunna göra så att detta ben utvecklas annorlunda än det icke-dominanta benet, varav muskelobalanser kan uppstå.

9 SAMMANSTÄLLANDE ARBETSPROCESS

Fas 4 i utvecklingsarbetets arbetsprocess består av utvärdering. I denna fas sammanställs, granskas och tolkas den inhämtade datan. Målet är att den bearbetade informationen ska kunna skapa tillförlitliga slutsatser. Sammanställningen begränsas till det mest relevanta och kan vid behov förtydligas genom olika bilder och diagram.

Resultatredovisningen följs utav tolkning av resultaten, vilket ger dem värde. Slutsatserna bör knyta an till formulerade frågeställningar och bör även kunna motiveras genom redovisning av resultaten (Carlström och Hagman 2006).

I sammanställningen drogs slutsatser baserat på studiernas generaliserbarhet samt vad andra studier antydde om saken i fråga. Detta möjliggjorde valet av fördjupningsområden så att bästa möjliga grund till andra delen av arbetet kunde erhållas. I Carlström och Hagmans arbetsprocess för utvecklingsarbete är fasen för utvärdering och diskussion den sista delen i arbetsprocessen. Det här arbetets modell ser däremot lite annorlunda ut eftersom det baserat på slutsatserna kan läggas till ännu ett steg i arbetsprocessen, detta i form av åtgärder för de modifierbara riskfaktorerna och i samma skede skapandet av en slutprodukt.

10 DEFINITION AV MODIFIERBARA RISKFAKTORER SAMT INNEHÅLLANDE KOMPONENTER I DESS ÅTGÄRDSUNDERLAG

Ett flertal riskfaktorer har konstaterats öka risken för ACL-skador hos kvinnliga atleter i och efter pubertetsåldern, varav den uppkomna skillnaden i neuromuskulär kontroll tros vara den största och mest modifierbara faktorn som resulterar i ökad prevalens av ACL-ruptur. Studier visar att neuromuskulär träning av nedre extremiteterna kan minska skaderisken för ACL-ruptur hos kvinnliga atleter. Neuromuskulär träning utmanar atleten att reagera på sensorisk information för att sedan koordinera och kontrollera muskelkraften så att knäet kan stabiliseras när personen blir utsatt för olika rörelsemönster som progressivt utsätter knäet för destabiliserande krafter (Fischer, 2006).

Bahr och Engebretsen (2009) är av samma åsikt gällande neuromuskulär träning som grund i den förebyggande träningen. De skriver att de framgångsrika programmen bland annat inkluderar komponenter såsom plyometrisk träning och biomekanisk analys av landningar, tvära vändningar/inbromsningar och hopptechniker. Författarna beskriver även vikten av utbildningsinterventioner och biofeedback för att den förebyggande träningen skall utföras så korrekt som möjligt. Angående bålkontroll som innehållande komponent är dess ensamma inverkan inte totalt fastställd, men författarna ovan menar att proprioceptiv stabilitetsträning av bålen bör inkluderas i den förebyggande träningen för att göra programmet så optimalt som möjligt.

Sugimoto et. al. (2015) utvärderade olika komponenter i förebyggande träning av ACL-ruptur hos kvinnor. Författarnas analyser indikerar att faktorer som bör inkluderas i träningen är muskelstärkande övningar, övningar som utmanar den proximala kontrollen samt kombinerade övningar med fokus på balans, plyometri och bålkontroll.

Gällande riskfaktorer såsom anatomiska faktorer, hormonella mönster och ökat BMI anser jag baserat på mina genomlästa studier, att det inte finns någon grund till att fokusera på dessa moment i utformandet av det förebyggande träningsprogrammet. Gällande ökad allmän ledrörlighet anser jag att det går hand i hand med den neuromuskulära träningen. Om den kvinnliga unga gymnasten erhåller ökad ledlaxitet bör även då neuromuskulär träning inkluderas eftersom den ökade ledrörligheten enligt Quatman et. al. (2008) ofta ses i form av underliggande neuromuskulära brister.

11 ASPEKTER I UTFORMNINGEN AV FÖREBYGGANDE TRÄNINGSSÖVNINGAR

I det här kapitlet behandlas aspekter som baserat på inhämtad information bör inkluderas i den förebyggande träningen för ACL-ruptur hos kvinnliga artistiska gymnaster i och efter pubertetsåldern. Aspekterna kan sammanknytas med de modifierbara riskfaktorerna och dess åtgärdsunderlag.

11.1 Prioriterade muskelgrupper

Sugimoto et. al. (2014) skriver i sin artikel ”*Effects of Compliance on Trunk and Hip*

Integrative Neuromuscular Training on Hip Abductor Strength in Female Athletes” att det hos kvinnor ses samband mellan ökad höftadduktionvinkel och ökad knävalgus, vilket har visat sig öka risken för ACL-ruptur. På grund av den proximala kontrollens inverkan på distala segment, fokuserar nyligen genomförda studier på träning av höftabduktorer för att skapa en bättre ledkinematik för knät och på så sätt minska risken för akuta knäskador. Författarna menar att studier visar att proximal kontrollträning i syfte att öka styrka i höft och bål har konstaterats förbättra knäets ledkinematik genom minskad inåtrotation i höft samt minskad knävalgus (Sugimoto et. al., 2014).

Under rubriken *Quadricepsdominans* belystes obalans mellan quadriceps femoris och hamstringsmuskulaturens aktiveringsmönster och muskelkraft samt dess inverkan gällande ökad risk för ACL-skada. Att träna hamstringsmuskulaturen och skapa balanseerade knäflexorkontraktioner, minskar därmed belastningen på ACL, varav detta är en aspekt som bör beaktas i utformningen av förebyggande träning.

11.2 Landningsteknik

De kvinnliga artistiska gymnasterna måste efter akrobatiska och gymnastiska moment behärska en landning. Kroppens position i deklaramomentet anses vara en faktor som är med och påverkar risken att drabbas av en ACL-skada som sker utan yttre kontakt. Genom att utföra en djupare landning kan hamstrings aktivering öka i förhållande till quadriceps femoris. Att i tillägg luta kroppen framåt under landningsfasen ger utslag i form av mer plantarflexion i vristen och mindre extension i knäleden, vilket ytterligare jämnar ut quadriceps femoris och hamstrings aktivering och kraftutveckling (Shimokochi et. al., 2013).

En landning med en knäflexion över 45 grader bör eftersträvas eftersom quadriceps då transporterar tibia i posterior riktning och därmed inte agerar antagonist till quadriceps, vilket uppstår vid en mindre vinkel i knäleden (Myer et. al., 2009a).

Schimokochi et. al. (2013) anser att en vinkel mindre än 40-60 grader kan påverka dragkraften på ACL på ett negativt sätt, varvid gymnasten kan rekommenderas utföra en knäflexion på minst 60 grader i landningsfasen.

Baserat på inhämtad information om välkända skademekanismer för ACL-ruptur kan även tilläggas att gymnasten vid landning från de olika momenten bör försöka placera fötterna höftbrett och i linje med varandra, tänka på att knäna och fötterna pekar rakt framåt, låta knäna gå över tårna samt fokusera på att spänna bälgen.

Denna form av landningsteknik kan implementeras i momentens slutskede, men det kan däremot ofta uppstå situationer där gymnasten inte kan ta många av de nämnda faktorerna i beaktande. För att exemplifiera så kombineras volter ofta med varandra. Om gymnasten utför 2 bakåtvoltar efter varandra i mattserien så är det inte möjligt att efter första volten inta en så djup eller framåtlutad landningsposition eftersom gymnasten måste använda farten och den direkta spänstkontakten med mattan för att skapa höjd och rotation till följande volt.

11.3 Biofeedback och utförande

Sugimoto et. al. (2014) ville i sin kontrollerade studie undersöka träningsmängden, utförandets och följsamhetens inverkan på proximal neuromuskulär träning med fokus på höft och bål i syfte att förbättra knäets ledkinematik. Undersökningsgruppen bestod av kvinnliga volleybollspelare i pubertetsåldern vilka utförde isokinetisk styrketest för höftabduktorererna före och efter en träningsperiod. Perioden bestod av 5 faser av övervakad progressiv bål- och höftfokuserad neuromuskulär träning 2 gånger per vecka under 10 veckor.

Deltagarna delades sedan upp i 3 olika grupper beroende på följsamhet till träningsuppbygget och kvalitén på utförandet varvid forskarna kunde konstatera signifikanta skillnader gällande höftabduktorerernas muskelstyrka och därmed även ledkinematiken i de som varit följsamma jämfört med de som inte varit det (Sugimoto et. al., 2014).

Gällande biofeedbackens roll och betydelse i den förebyggande träningen är Myer et. al. (2013) av samma åsikt som forskarna ovan.

I sin dubbelrandomiserade kontrollerade studie undersökte de sin hypotes att neuromuskulär kontroll och därmed faktorer såsom ökad valgusvinkel, kunde minska med hjälp av muntlig och visuell feedback och därmed även eventuellt sänka skadefrekvensen gäl-

lande ACL-skador hos unga kvinnor.

37 kvinnor med en medelålder på 14,7 år tränades under 8 veckors tid. Deltagarna utförde träning innehållande komponenter såsom muskelstärkande övningar, plyometri och kontroll.

Studiens hypotes kunde bekräftas eftersom en förbättrad neuromuskulär kontroll och biomekanik påvisades vid åter observation av nerhopp från låda följt av ett vertikalt hopp (DVJ). Forskarna kunde dra slutsatsen att biofeedback är en viktig aspekt i förebyggande träning för ACL-ruptur (Myer et. al., 2013).

12 BAS AV FÖREBYGGANDE TRÄNINGSOVNINGAR

Nedan listas de förebyggande träningsövningarna utformade baserat på de modifierbara riskfaktorerna, dess åtgärdsunderlag samt aktuella aspekter i skapandet av övningarna.

12.1 Enbensknäböj med riktningsdrag i knä

Övningsbeskrivning: Gymnasten utför en enbensknäböj till minst 70 grader samtidigt som hon blir utmanad av ett konstant drag i först vaglusriktning (dragkraft inåt) och sedan även fram- och bakifrån. Detta sker genom att ett gummiband fästs runt gymnastens knä samt i något stabilt föremål i samma höjd. Gummibandet spänns upp innan enbensknäböjen utförs, ju mer spänning desto mer utmaning.

Att tänka på: En rörelsebana där knät och foten pekar rakt framåt är av högsta prioritet. Gymnasten bör återgå till en position näst intill helt sträckt knä vid varje repetition. Att gymnasten utför övningen framför en spegel är en bra form av biofeedback.

12.2 Lårcurl på gypaboll med samtidig höftabduktion

Övningsbeskrivning: Gymnasten ligger på rygg på ett stabilt underlag med fötterna placerade på en gypaboll. Höften lyfts sedan upp varefter lårcurls kan utföras. För att samtidigt utmana höftadduktorerna spänns ett gummiband runt gymnastens knän varvid

hon måste pressa ut knäna så de hålls höftbrett och pekar rakt framåt genom hela rörelsebanan.

12.3 Nackstående – spänsthopp upp på kloss – volt/ljushopp - landning

Övningsbeskrivning: Gymnasten rullar upp till nackstående varvid hon sedan rullar ner och hoppar upp på en kloss från den djupa knäböjningen. Detta följs utav ett direkt spänsthopp till en volt eller ett ljushopp bakåt (med eller utan skruv) ner från klossen. Gymnasten försöker sedan att spika landningen (inte ta några steg) samt fokusera på tekniken i landningspositionen.

Att tänka på: Övningsseriens svårighetsgrad kan anpassas efter den enskilda gymnastens förmåga. Exempel på modifieringar är klossens höjd samt svårighetsgraden på övningen som utförs ner från klossen. Vid ljushopp med skruv kan gymnasten utmanas till att skruva fler varv och även göra detta åt både höger och vänster. Biofeedback genom filmning och muntlig feedback från tränare eller träningskompisar kan vara av värde vid de första tillfällena.

12.4 Enbenshopp i rutmönster

Övningsbeskrivning: Gymnasten hoppar på ett ben åt båda sidor och diagonaler i ett rutsystem. Vid varje hopp stannar gymnasten 3-4 sekunder i landningspositionen och hittar där balansen på böjt knä.

Att tänka på: Tanken är att stödfoten och knät alltid skall peka i samma riktning oberoende åt vilket håll gymnasten hoppar, varav biofeedback med hjälp av en spegel kan underlätta för gymnasten att bli medveten landningspositionen. För mer utmaning kan rutorna placeras längre ifrån varandra samt en tyngd hållas framför eller ovanför kroppen med raka armar, varvid den proximala kontrollen samt spänsten i benen utmanas ytterligare.



12.5 Landning efter akrobatiskt moment från bom

Övningsbeskrivning: Gymnasten utför ett akrobatiskt moment som uthopp ner från bommen varefter hon sedan landar på den 10 cm tjocka nedslagsmattan som används vid tävling. Fokus ligger på gymnastens landningsteknik och att hon skall kunna utföra många repetitioner av samma övning med lika god kvalité av landningsteknik vid alla upprepningar.

Att tänka på: Övningen anpassas efter gymnastens egen förmåga. Vid uppvärmning kan allmänna övningar ges som t.ex. ljushopp med skruv framåt eller bakåt ner från bommen. I övrigt kan olika volter i olika positioner utföras och skruvar och dubbla rotationer läggas till. Det är bra om gymnasten gör uthoppet som hon utför på tävling, så att fokuseringen på landningstekniken kan tas med även till tävlingsarenan.

12.6 Hopp upp och ner på klossar- akrobatiskt moment - spikad landning

Övningsbeskrivning: Klossar/boxar/stepbrädor läggs ut på en rad. Gymnasten hoppar sedan spänsthopp upp och ner över klossarna. När gymnasten slutligen står på sista klossen gör hon ett akrobatiskt/gymnastiskt moment ner från klossen, t.ex. en volt eller

grupperat hopp, varefter hon försöker spika landningen i en tekniskt korrekt landningsposition.

Att tänka på: Gymnasten kan ta hjälp av sina armar för att skapa kraft i hoppen. Det är viktigt att gymnasten bibehåller en god kontroll av bålen genom hela rörelseserien. Det slutgiltiga momentet som utförs ner från sista klossen kan anpassas efter gymnastens förutsättningar samt beroende på vilken situation övningen utförs i. Vid uppvärmning rekommenderas t.ex. något lättare moment till en början.

12.7 Utfallssteg med tyngd ovanför huvudet

Övningsbeskrivning: Gymnasten utför utfallssteg framåt varefter hon alltid går upp på tå på det främre benet innan hon tar nästa steg. Medan gymnasten utför övningen håller hon en tyngd ovanför huvudet för att i tillägg utmana den proximala kontrollen ytterligare.

Att tänka på: Gymnasten bör fokusera på att knäet pekar rakt framåt samt att hon kommer upp högt på tå mellan stegen. Det är viktigt att vikten placeras rakt ovanför huvudet så att armarna blir en förlängning av den raka linjen genom bålen.

12.8 Grodhopp framåt och bakåt

Övningsbeskrivning: Gymnasten utför en djup knäböjning upp till ett ljushopp framåt varefter hon direkt går ner till knäböjningen igen och upprepar sedan momentet men hoppar nu bakåt istället. Gymnasten byter riktning vid varje upprepning.

Att tänka på: Det är viktigt att gymnasten försöker hoppa både högt och långt, att hon spänner bålen, håller armarna sträckta ovanför huvudet i flygfasen samt att knäna alltid pekar rakt framåt. Om gymnastens knän vill falla inåt i valgusriktning rekommenderas att ett gummiband spänns fast runt gymnastens knän varvid hon måste fokusera på att pressa isär knäna genom att skapa spänning i gummibandet så att det hålls kvar under hela rörelsen.

12.9 Knäböj

Övningsbeskrivning: Gymnasten utför en knäböj med en vikt till minst 90 grader. Exempel på vikt är gymnastiksalens skivstång eller tunga sandsäckar som kan placeras över gymnastens axlar. Fötterna hålls höftbrett, knäna pressas utåt och kroppstyngden förläggs på gymnastens bakfot. Gymnasten pressar samman skuldrorna och ”bröstar upp sig” under hela rörelsebanan.

Att tänka på: Gymnasten bör utföra övningen på ett korrekt sätt innan mer vikt läggs på. Biofeedback i form av muntlig respons och filmning rekommenderas.

12.10 Enbenshopp från stepbräda med landning på mjuk matta

Övningsbeskrivning: Gymnasten står på ett ben på en stepbräda och tar sedan fart med armarna och hoppar så långt fram som möjligt varefter hon landar och försöker finna balansen på samma ben. Landningen sker på en mjuk matta. Övningen utförs därefter likadant men åt sidan.

Att tänka på: Fokus ligger på att gymnasten ska försöka skapa mycket kraft och därmed komma så långt fram som möjligt. I landningen prioriteras ett stabilt knä som pekar rakt framåt. Övningen kan stegras genom att välja en mjukare/tjockare matta, till en början rekommenderas en max 10 cm tjock matta.

13 AVSULTANDE ARBETSPROCESS

I den sista delen av Carlströms och Hagmans modell för utvecklingsarbete (2006) ingår en kritisk diskussion av arbetsprocessen och konsekvenserna för den aktuella verksamheten. I detta skede beaktas även behovet och möjligheter för framtida utvecklingsarbeten.

14 UTVÄRDERING

14.1 Kvalité av forskningsunderlag

När jag bestämde mig för att genomföra det här beställningsarbetet var jag medveten om att det skulle bli en utmaning. Efter sökande i forskningsdatabaser kunde jag snabbt konstatera att många studier om pubertetens samband med ökad risk för ACL-ruptur hos kvinnor var gamla, innehöll ett litet sampel eller saknade egentlig klinisk relevans. Jag spenderade väldigt mycket tid med att försöka hitta bästa möjliga forskningsunderlag. Från början hade jag visionen att endast inkludera ret-studier, men det tillgängliga forskningsunderlaget gjorde att jag blev tvungen att utvidga mig och i tillägg bearbeta andra sorters forskningar. I detta skede insåg jag vikten av att skapa frågor som kunde användas som grundpelare vid urval och evidensgranskning. Med hjälp av dessa frågor kunde jag bedöma studiernas kvalitet och försöka åstadkomma högsta möjliga reabilitet och validitet för mitt arbete.

I arbetet inkluderades främst ny och aktuell forskning men jag valde att bearbeta informationen från två artiklar publicerade år 2006 eftersom jag med hjälp av mina skapade urvalsfrågor ansåg att de trots detta platsade i arbetet. Vid bearbetning av forskningsunderlag följde jag listan med urvalsfrågor och avvek aldrig från mina tidigare uppställda krav angående att använt material måste inkludera kvinnor i och efter pubertetsåldern samt att akuta knäskador låg i fokus. Studier med ett stort antal bortfall, bristfällig redovisning av populationen samt de med oklara slutsatser exkluderades även omedelbart

I skapandet av riskprofilen för artistiska gymnaster inkluderade använt forskningsmaterial kvinnliga artistiska gymnaster och analyser på faktorer som belastning och skadesituationer. I denna del av arbetet tillkom även mina egna åsikter och erfarenheter i arbetet främst på grund av behovet av komplettering men även för att få fram min egen kunskap inom området. Krav på att materialet skulle innehålla gymnaster i och efter pubertetsåldern kunde inte ställas.

Gällande förebyggande träning för ACL-ruptur fanns det både mycket och aktuell forskning, varvid jag vid urval av studier fullhjärtat kunde koncentrera mig på högt evi-

densvärde med stöd av mina urvalsfrågor. Detta möjliggjorde bearbetning av forskningar som behandlade min åldersgrupp samt deras egenskaper och behov.

Trots svårigheter med att alltid hitta det optimala forskningsunderlaget anser jag att jag under arbetsprocessen kunde besvara mina forskningsfrågor och även framställa ett läsvärt och användbart material till min beställare. Totalt lästes 70 forskningsartiklar varvid 18 inkluderades i arbetet. I tillägg bearbetades litteratur från 5 olika böcker och information från 3 olika internetsidor.

14.2 Prioriterade områden

Angående samband mellan pubertet och ökad risk för ACL-ruptur hos kvinnor så tog jag beslutet att undersöka alla de faktorer som jag kunde hitta ett flertal evidensbaserade forskningsartiklar om. I tillägg till modifierbara riskfaktorer beslöt jag mig för att inkludera faktorer som inte är modifierbara eftersom jag ville skapa en övergripande helhet och förståelse för puberteten som tidsperiod samt dess medförande förändringar.

De modifierbara faktorerna var med och lade grunden till min bas av förebyggande träningsövningar. Den här delen av arbetet valde jag att inte undersöka djupgående utan jag fokuserade på att få med de viktigaste aspekterna såsom aktuella muskelgrupper, landningsteknik och biofeedback.

Eftersom Mariehamns gymnastikförening bad om övningar som var oberoende av varandra lade jag inte dem i någon specifik ordningsföljd. Jag angav inte heller några repetitionsantal eller rekommendation om frekvens för utförande. Anledningen till detta val var delvis att beställaren inte bad om det men även för att jag är medveten om att det är stor variation angående sådana faktorer om gymnasterna är i en uppbyggnads- eller tävlingsfas samt att olika gymnaster har olika behov. I utformandet av övningarna prioriterade jag att få med så många komponenter i varje enskild övning som möjligt, detta för att göra den förebyggande träningen så tidseffektiv och så verkningsfull som möjligt. Syftet med denna uppbyggnad är även att gymnasterna inte ska behöva utföra alla övningar vid varje tillfälle utan att tränaren kan välja några få och att gymnasten trots det får med de flesta av de prioriterade komponenterna i den förebyggande träningen. I

tillägg inkluderades vid de flesta övningar utvecklingsförslag för att vid behov variera eller försvåra övningarna.

14.3 Materialanvändning och framtida utvecklingsmöjligheter

För min egen del har det varit både intressant och givande att genomföra detta arbete åt Mariehamns Gymnastikförening. Jag kommer att var på plats i gymnastiksalen och gå igenom informationen och programmet med berörda tränare så att de på ett säkert sätt sedan kan lära ut övningarna till sina gymnaster. Förhoppningsvis kommer materialet att vara givande för föreningens ledare och gymnaster samt att de känner att de nu tar ett steg mot en mer skadefri verksamhet. Mitt skapade material är allmänt konstruerat varvid det kan användas och anpassas till många grupper på olika nivåer. Det jag anser att i framtiden skulle vara av värde är att screena och kartlägga den enskilda gymnastens behov och utvecklingsmöjligheter för att sedan kunna konstruera den förebyggande träningen därefter.

14.4 Slutord

Jag vill tacka Mariehamns Gymnastikförening för möjligheten att utföra det här arbetet och förhoppningsvis även för att få vara med och utveckla deras verksamhet. Avslutningsvis vill jag även tacka min handledare från Arcada som hjälpt mig under arbetsprocessen.

15 KÄLLOR

Arcada. 2012, God vetenskaplig praxis i utbildning och forskning vid Arcada[www]. Hämtad 14.02.2016. Tillgänglig: https://start.arcada.fi/sites/default/files/dokument/ovriga%20dokument/god_vetenskaplig_praxis_i_utbildning_och_forskning_vid_arcada_2014.pdf

Ahlberg, Karin. 2012, Tonåringar 13-18 år. I: Qwist, Hanna, red. *Vårdguiden* [www]. Hämtad: 9.2.2016. Tillgänglig: <http://www.1177.se/Ostergotland/Tema/Barn-och-foraldrar/Vaxa-och-utvecklas/Barn-och-unga-13-18-ar/Barnets-utveckling-13-18-ar/>

Bahr, Roland och Engebretsen, Lars. 2009, Prevention av idrottsskador. *Undvik idrottsskador*, 1:a upplagan, s. 75-102.

Behnke, Robert S. 2008a, Höften och låret. *Fakta om rörelseapparaten – Anatomi för Idrotten*. I: Öland, Britt Mari, red. 1:a upplagan, s. 177-181.

Behnke, Robert S. 2008b, Knäet. *Fakta om rörelseapparaten – Anatomi för Idrotten*. I: Öland, Britt Marired. 1:a upplagan, s. 188, 193.

Carlström, Inge och Hagman, Lena-Pia. 2006, Modell för arbete med skolutveckling. *Metodik för utvecklingsarbete och utvärdering*, s. 103-116.

Forsberg, Christina och Wengström, Yvonne. 2013, Att värdera kvantitativ forskning. *Att göra systematiska litteraturstudier: Värdering, analys och presentation*, 3:e upplagan.

Ewles och Simnett. 2013, Mål värderingar och etiska överväganden. I: Scriven, Angela, red. *Hälsoarbete*, 3:e upplagan, s.71-92.

Fischer, Donald V. 2006, Neuromuscular Training to Prevent Anterior Cruciate Ligament Injury in the Female Athlete. *Strength and Conditioning Journal*, vol. 28, nr. 5, s. 44-54.

Fouladi, Rose; Rajabi, Reza; Naseri, Nasrin; Pourkazemi, Fereshteh and Geranmayeh, Mehrnaz. 2012, Menstrual cycle and knee joint position sense in healthy female athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 20, s. 1647-165.

Gelander, Lars. 2011, Flickors pubertet. I: Alqvist, Linda, red. *Vårdguiden* [www]. Hämtad: 9.2.2016. Tillgänglig: <http://www.1177.se/Ostergotland/Tema/Barn-och-foraldrar/Vaxa-och-utvecklas/Barn-och-unga-13-18-ar/Flickor-pubertet/>

Gittoes, Marianne JR och Irwin, Gareth. 2012, Biomechanical approaches to understanding the potentially injurious demands of gymnastic-style impact landings. *Gittoes and Irwin Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy and Technology*, vol. 4, nr. 4, s. 1-9

Hass, Chris I.; Schick, Elizabeth A.; Chow, John W.; Tillman, Mark D.; Brunt, Denis and. Cauraugh, James H. 2003, Lower Extremity Biomechanics Differ in Prepubescent and Postpubescent Female Athletes During Stride Jump Landings. *Journal of applied biomechanics*, vol. 19, s. 139-151.

International gymnastics federation. 2015, Artistic competition [www]. Hämtad: 2.2.2016. Tillgänglig:<http://www.olympic.org/fig-artistic-gymnastics>

Kirialanis, Paschalis; Dallas, George; Di Cagno, Alessandra and Fiorilli, Giovanni. 2015, Knee injuries at landing and take-off phase in gymnastics. *Science of Gymnastics Journal*, vol. 7, s. 17-25.

Michaelidis, Michael och Koumantakis, George A. 2014, Effects of knee injury primary prevention programs on anterior cruciate ligament injury rates in female athletes in different sports:A systematic review. *Physical Therapy in Sport*, nr. 15, s. 200-210.

Myer, Gregory D; Ford, Kevin R; Jon G, Divine; Wall, Eric J; Kahanov, Leamor and Hewett, Timothy E. 2009a, Longitudinal Assessment of Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury Risk Factors During Maturation in a Female Athlete: A Case Report. *Journal of athletic training*, vol. 44, nr. 1, s. 101-109.

Myer, Gregory; Ford, Kevin R. and Hewett, Timothy E. 2009b, Rationale and Clinical Techniques for Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Among Female Athletes. *Journal of Athletic Training*, vol. 39, nr. 4, s. 352-364

Myer, Gregory D; Ford Kevin R; Khoury, Jane; Succop, Paul och Hewett, Timothy E. 2011, Biomechanics laboratory-based prediction algorithm to identify female athletes with high knee loads that increase risk of ACL injury. *Br J Sports Med*, vol.45, s.245-252.

Myer, Gregory D; Stroube, Benjamin W.; DiCesare, Christopher A.; Brent, Jensen L.; Ford, Kevin R.; Heidt, Robert S and Hewett, Timothy E.2013, Augmented Feedback Supports Skill Transfer and Reduces High-Risk Injury Landing Mechanics: A Double-Blind, Randomized Controlled Laboratory Study. *Am J Sports Med.*, vol 3, nr 41, s. 669–677.

Otsuki, Reiko; Kuramochi Rieko and Fukubayashi, Toru. 2014, Effekt of injury prevention training on knee mechanics in female dolescents during puberty. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, vol. 9, nr 2, s. 149-156.

Renstrom, P; Ljungqvist, A; Arendt, E; Beynnon, B; Fukubayashi, T; Garrett, W; Georgoulis, T; Hewett, T E; Johnson, R; Krosshaug, T; Mandelbaum, B; Micheli, L; Myklebust, G; Roos, E; Roos, H; Schamasch, P; Shultz, S; Werner, S; Wojtys, E och Engebretsen, L. 2008, Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med*, vol. 42, nr. 6, s. 394-412.

Shimokochi, Yohel; Lee, Sae Yong; Shultz, Sandra J. och Schmitz, J. Randy. 2009,

The Relationships Among Sagittal-Plane Lower Extremity Moments: Implications for Landing Strategy in Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention. *Journal of Athletic Training*, Vol. 44, nr. 1, s. 33-38.

Stijak, Lazar; Kadija, Marko; Djulejic, Vuk; Aksic, Milan; Petronijevic, Natasja; Markovic, Branka; Radonjic, Vidosava; Bumbasirevic, Marko and Filipovic, Branislav. 2015, The influence of sex hormones on anterior cruciate ligament rupture: female study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, vol. 23, s. 2742-2749.

Sugimoto, Dai; Myer, Gregory D; Barber Foss, Kim D och Hewett Timothy E. 2015, Specific exercise effects of preventive neuromuscular training intervention on anterior cruciate ligament injury risk reduction in young females: meta-analysis and subgroup analysis. *Br J Sports Med*, vol. 49, s. 282–289.

Sugimoto, Dai; Myer, Gregory D.; Bush, Heather M. and Hewett, Tomothy E. 2014, Effects of Compliance on Trunk and Hip Integrative Neuromuscular Training on Hip Abductor Strength in Female Athletes. *J Strength Cond Res.*, vol 28, nr 5, s. 1187-1194.

The Fédération Internationale de Gymnastique. 2015, Apparatus description [www]. Hämtad 2.2.2016. Tillgänglig: <http://www.fig-gymnastics.com/site/page/view?id=498>.

Quatman, Carmen E; Ford, Kevin R; Myer, Gregory D; Paterno, Mark V and Hewett, Timothy E. 2008, The Effects of Gender and Maturational Status on Generalized Joint Laxity in Young Athletes. *J Sci Med Sport*, vol. 11, nr. 3, s. 257-263.

Zazulak, Bohdanna T; Paterno, Mark; Myer Gregory D; Romani, William A and Hewett, Timothy E. 2006, The Effects of the Menstrual Cycle on Anterior Knee Laxity -A Systematic Review. *Sports Med*, vol. 36, nr. 10, s. 847-862.

16 BILAGOR

Bilaga 1

Frågor som användes som grundpelare vid evidensgranskning av forskningsartiklar:

Motsvarar populationen i studien min undersökningsgrupp?

Är studien fri från många bortfall?

Kan författarna dra en klar slutsats med studien?

Är inklusions- och exklusionskriterierna för studiedeltagarna redovisade?

Är gruppstorleken (på undersökningsgruppen) adekvat?

Är forskningen aktuell/nyligen publicerad?

Har ett slumpmässigt urval förekommit i studien?

Är realiteten diskuterad och utvärderad?

Är mätinstrumentens validitet beräknad?

Är datainsamlingsmetoden tydligt beskriven?

