

Patellofemoraal pijnsyndroom, welke behandeling toe te passen?

Afstudeeropdracht door Martijn de Roon. 24-05-2011

Abstract:

Achtergrond: Patellofemoraal pijnsyndroom is een veelvoorkomende knieklacht. Patiënten klagen over pijn retro- en peripatellair. De klachten spelen veelal op bij squaten, trap op- en aflopen, hardlopen en langdurig in dezelfde houding zitten. Over wat de beste behandeling is, is nog veel discussie.

Doel: Welke behandeling is het effectiefste op het gebied van pijnvermindering en verbetering van functies bij patiënten met PFPS

Meetmethode: Er wordt middels een literatuur studie vergeleken welke behandeling het meeste resultaat geeft. In de artikelen wordt gekeken naar de pijnscores en de vragenlijsten waarmee de functie wordt gescoord.

Resultaten en conclusie: Uit 11 artikelen blijkt dat quadriceps training, heuptraining en McConnell tape pijnvermindering op leveren en verbetering van functies. McConnell tape geeft echter direct pijnverlichting. Qua oefentherapie komen de beste resultaten naar voren na een behandeling waarbij quadriceps training wordt gecombineerd met het trainen van de heupexorotatie en –abductie.

Inleiding

Patellofemoraal pijnsyndroom is een veelvoorkomende musculoskeletale knieklacht.¹ Bij 25% van de knieklachten die zich melden bij de fysiotherapeut is er sprake van het patellofemoraal pijnsyndroom.^{1,2,11} Het patellofemoraal pijn syndroom komt vaker voor bij vrouwen dan bij mannen.³ De pijn die patiënten met patellofemoraal pijnsyndroom beschrijven is vaak retro- of peripatellair. Het trap op- en aflopen, hardlopen, squaten en langdurig in dezelfde houding zitten zijn bewegingen die de klachten provoceren.^{1,2,4} Na in de praktijk ervaren te hebben dat het een veel voorkomende klacht is besloten er wat meer over op te zoeken. Na meerdere artikelen gelezen te hebben over PFPS bleek dat meerdere behandeling mogelijk zijn, maar ondanks dat er het een veel voorkomende klacht is binnen de fysiotherapie is nog niet duidelijk wat de oorzaak en beste behandeling is.^{2,7,11} Naar aanleiding hiervan is besloten om hier de afstudeeropdracht over te doen.

Er zijn verschillende theorieën t.a.v. de oorzaak van het patellofemoraal pijnsyndroom. Zo wordt in de literatuur beschreven dat verminderde heupspierkracht een rol kan spelen in het niet goed sporen van de patella. De kracht van de heup abductie en exorotatie zou dan verminderd zijn.⁷ Er wordt echter ook beschreven dat de adductiekracht van de heup verminderd is. Dit zou dan als gevolg hebben dat de vastus medialis minder goed aanspant.^{2,8} Een andere theorie over de oorzaak van patellofemoraal pijnsyndroom is dat de Q-hoek vergroot zou zijn. Door de vergrote Q-hoek zou de patella meer naar lateraal getrokken worden wat leidt tot irritatie van het patellofemorale gewricht.⁹ Bij patellofemoraal pijnsyndroom wordt er vanuit gegaan dat de patella niet goed spoort, malalignement, wat er voor zorgt dat er meer belasting komt op het patellofemorale gewricht.³ De aandacht in de behandeling gaat dan ook uit naar het goed laten sporen van de patella.⁵ Er bestaat echter nog geen consensus over wat de meeste effectieve behandeling is.⁶ Er komen verschillende

theorieën t.a.v. de behandeling van PFPS naar voren uit verschillende artikelen. Dit zijn: Dat de kracht van de quadriceps is verminderd, dat er sprake is van vastus medialis insufficiëntie. Doordat de kracht van de spieren verminderd is leidt dit tot het verkeerd sporen van de patella. In deze theorie wordt er vanuit gegaan dat de patella meer naar lateraal getrokken wordt en dat de patella roteert. Dit kan zowel peri- als retropatellair klachten geven.^{1,26,8,10}

Omdat de oorzaak niet duidelijk is, is het ook niet duidelijk welke behandeling het meest effectief is bij het patellofemorale pijnsyndroom.¹¹ De verschillende behandelmethodes van het patellofemorale pijn syndroom die het meest worden beschreven in de literatuur kunnen variëren tussen het aansterken van de quadriceps^{1,3,10,11,13-15}, trainen van de vastus medialis^{1,2,8,10,11}, het trainen van de heupmusculatuur^{2,3,6,8,11-14,16-18} of het tapen van de patella.^{4-6,11,15} Het doel van dit literatuuronderzoek is om te bepalen welke fysiotherapeutische behandeling het beste effect heeft bij patiënten met patellofemorale pijnsyndroom op het gebied van pijn en functiebelemmering? In dit onderzoek zal gekeken worden wat er in de literatuur bekend is t.a.v. de behandeling middels 1) Heup musculatuur trainen 2) quadriceps trainen 3) Vastus medialis trainen 4) Tapen. Er is gekozen om deze 4 methoden naast elkaar te leggen omdat deze ook het meest in de literatuur worden beschreven.

Methoden

Om artikelen te vinden over behandeling van patellofemorale pijnsyndroom werd gezocht in de databanken PEDRO en pubmed. In pubmed werd de volgende mesh-term gebruikt: "Patellofemoral Pain Syndrome/therapy", combinatie gemaakt met AND/OR. In PEDRO werd gezocht via de simple search naar Patellofemoral pain syndrome treatment. In de resultaten van deze zoekstreams werd gezocht naar artikelen waar in de titel 1 van de volgende termen werd vermeld over de behandeling van PFPS: Taping, hip strengthening, quadriceps strengthening, training with PFPS, VMO strengthening, vastus lateralis strengthening, reduced pain with PFPS. Na het, door de auteur, samenvatten van artikelen die zijn gevonden in een Excel bestand werden deze geselecteerd.

De artikelen werden door de auteur van dit artikel geselecteerd.

Inclusie criteria:

De artikelen moeten ten minste aan de volgende eisen voldoen:

- Geschreven in het Engels, Nederlands of Duits
- PEDRO score van 4 of hoger (lager dan een PEDRO 4 worden artikelen niet meer beschouwd als redelijk)
- Artikelen moeten uit 2004 of later zijn.
- In de artikelen moet een behandeling beschreven worden voor PFPS middels 1 van de 4 volgende behandelmethodes: 1) versterken van de heupmusculatuur 2) versterken van de mm. Quadriceps 3) trainen van de m. vastus medialis 4) tapen van de patella.
- In de artikelen moet beschreven worden wat het effect van één van bovengenoemde behandelingen is op het gebied van pijn en functie bij PFPS.
- De pijn moet gescoord worden.

Exclusie criteria:

- Wanneer er geen oefentherapie toegepast werd bij het versterken van de heupmusculatuur, versterken van de mm. Quadriceps, het tapen of het trainen van de m. vastus medialis.

De overgebleven artikelen worden verdeeld in 4 groepen:

1. Heupmusculatuur trainen
2. Quadriceps versterken
3. Specifiek vastus medialis trainen
4. Taped van de patella

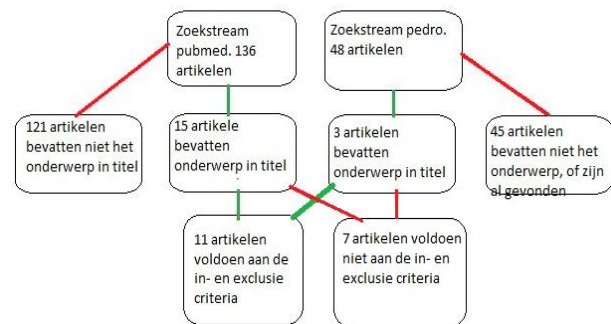
Mochten er in de artikelen meerdere onderwerpen beschreven worden dan werden ze in de desbetreffende groepen beschreven, een artikel kon meerdere malen gebruikt worden. Per onderwerp werd gekeken wat het effect was van de behandeling op het gebied van pijn, functies en kracht. Er werd per behandeling gekeken of de behandeling een significante verandering oplevert.

Om te beslissen welke behandeling het effectiefste was, werd gekeken worden naar de pijnscore. De behandeling waarbij de meeste onderzoeken een significante pijnvermindering aantoonde werd beschouwd als de meest effectieve behandeling bij PFPS

De artikelen werden gescoord door middel van de pedro-schaal. Als de artikelen niet op PEDRO waren gescoord dan werden ze gescoord aan de hand van de PEDRO-score lijst.²⁰

Resultaten

De zoekstream op pubmed leverde 136 artikelen op. 15 artikelen bevatten 1 of meerdere van de volgende termen, welke vereist waren, in de titel: Taping, hip strengthening, quadriceps strengthening, training with PFPS, VMO strengthening, vastus lateralis strengthening, reduced pain with PFPS. De zoekstream in pedro leverde 48 resultaten op. Hiervan bevatten 3(nieuwe) artikelen de gevraagde termen in de titel. Na het lezen van de artikelen en het toe passen van de in- en exclusie criteria vielen er 7 artikelen af (figuur 1)



Figuur 1

1. Heupmusculatuur trainen:

7 artikelen beschreven een behandeling waarbij de heupmusculatuur werd getraind. In deze artikelen worden verschillende componenten gemeten, heupflexie, abductie, adductie en exorotatie. Van verschillende musculatuur wordt in verschillende artikelen de kracht gemeten van de: heup abductie^{3,12,14,16,18}, anteflexie^{16,18}, exorotatie^{3,12,13,18} en adductie^{2,16}. Vijf van deze onderzoeken laten zien dat de abductie en exorotatie belangrijk zijn op het gebied van pijnvermindering en functieverbetering.^{3,12-14,16} Het trainen van de heup adductie geeft weinig verschil t.o.v. quadriceps training.^{2,16} (Tabel 1)

Tabel 1 Heuptraining

Auteur	Behandelde beweging	Pijn verschil na behandeling	N	Functie verschil	Conclusie	PEDRO
Nakagawa et al. ¹²	Heup abductie en exorotatie, knie extensie	-3.6±2.6 VAS 0-10	14	+54.1±53.5N EMG. Spierkracht in knie-extensoren.	Heup training ter aanvulling op quadriceps training geeft meer pijnverlichting op PFPS ondanks dat er geen verschil in kracht wordt gemeten na het onderzoek.	7

Avraham et al.¹³	Heup exorotatie	Vertoond significant verschil op VAS	42	Patellofemoral evaluation scale vertoond significant verschil dat functies zijn toegenomen (niet specifiek weergegeven)	Heuptraining vermindert pijn en verbeterd functies. Er is echter geen significant verschil tussen q-ceps training of heuptraining.	5
Song et al.²	Heup-adductie + leg press	-2.18 VAS 0-10	123	+10.93 lysholm score	Er is geen significant verschil tussen de groep die wel of geen adductie tijdens de leg press doet. Beide groepen tonen significante verschillen op het gebied van pijn en functie	8
Fukuda et al.³	Heup abductie en exorotatie + kniesta-bilisatie	-2.2±2.3 NPRS 0-10	70	+15.0±12.8 Verbetering op anterior knee pain scale.	De groep die heuptraining en knietraining deed scoorde overall beter op maar alleen voor het trap oplopen was er een significant verschil t.o.v. alleen knieoefeningen.	7
Tyler et al.¹⁶	Heup flexie, abductie en adductie	-2.2 VAS 0-10	35	Niet getest	Pijn vermindert significant. De heupflexoren waren significant sterker geworden.	5
Boling et al.¹⁴	Heup abductie en knie extensie	Vertoond een significant verschil (niet specifiek weergegeven)	28	Verbetering op de functional index questionnaire(FIQ) (niet specifiek weergegeven)	Middels een EMG wordt gemeten of de gluteus medius beter en sneller aan zou spannen. Dit is echter niet het geval. Dit geldt wel voor de vastus medialis.	4
Razeghi et al.¹⁸	Heup exorotatie, abductie en anteflexie + knie extensie	-3.31±0.12 VAS 0-10	32	Niet getest	De groep die heup training en knie training kreeg vertoonde significant meer pijn vermindering en verbeterde spierkracht van de heupmusculatuur t.o.v. de groep die geen heup training ontving.	4

2. Quadriceps versterken

7 artikelen beschreven een behandeling waarbij de mm. quadriceps worden getraind. De interventiegroepen van de onderzoeken beschreven in deze artikelen gebruiken verschillende oefeningen ter verbetering van de quadriceps kracht. De volgende oefeningen werden gebruikt: - Single/straight leg raise(SLR)^{12,13}, squats^{3,13-15}, leg press³, lunges^{12,14}, single leg stance^{12,14,15}, knie extensie^{3,15,18}, wall slides^{12,14}, isometrische quadriceps contractie^{12,15}. Uit 6 van de 7 onderzoeken blijkt dat quadriceps training vermindering van pijn op levert bij patiënten met PFPS (Tabel 2). Middels verschillende vragenlijsten: patellofemoral evaluation scale(PES)¹², (modified) functional index questionnaire(FIQ)^{10,14,15}, anterior knee pain scale(AKPS)³, werd in 5 onderzoeken aangetoond dat ook de functies van patiënten met PFPS verbeterd na het trainen van de quadriceps.

Tabel 2 quadriceps versterken

Auteur	Behandelde beweging	Pijn verschil na behandeling	N	Functie verschil	Conclusie	PEDRO
Nakagawa et al.¹²	Open en gesloten keten training voor	-1.5±2.8 VAS 0-10	14	+18.4±21.8N EMG. Spierkracht in knie-extensoren.	Na 6 weken training is er geen significant verschil in pijnvermindering waar te	7

	quadriceps, patella mobiliseren en stretchen.				nemen.	
Avraham et al.¹³	Single leg raise squats, stretching, TENS	Vertoond significant verschil op VAS	42	Patellofemoral evaluation scale vertoond significant verschil dat functies zijn toegenomen (niet specifiek weergegeven)	Quadriceps training vermindert pijn en verbeterd functies. Er is echter geen significant verschil tussen quadriceps training of heuptraining.	5
Syme et al.¹⁰	Quadriceps training	-23.2 NRS-101	110	-24.8 op modified functional index questionnaire, +17.4 cm triple hop for distance,	Zowel op pijn en functie niveau is er een significante verbetering. T.o.v. selectieve VMO training is er geen significant verschil	8
Fukuda et al.³	Kniestabilisatie training middels leg-press, squats, sitted knee extension.	-1.5±1.6 NPRS	70	+10.2±15.4 Verbetering op anterior knee pain scale.	De groep die heuptraining en knietraining deed scoorde overall beter op maar alleen voor het trap oplopen was er een significant verschil t.o.v. alleen knieoefeningen.	8
Wittingham et al.¹⁵	Quadriceps training middels SLR, isometrisch aanspannen, squats, knie-extensie	-5.7 VAS 0-10	30	+5.8 op de FIQ. -6.5 op VAS tijdens step test	Quadriceps training geeft significante verbetering aan van functies en vermindering van pijn.	8
Boling et al.¹⁴	Heup abductie en knie extensie, squats, wall slides, single leg stance, lunges	Vertoond een significant verschil (niet specifiek weergegeven)	28	Verbetering op de functional index questionnaire (niet specifiek weergegeven)	Middels een EMG wordt gemeten of de gluteus medius beter en sneller aan zou spannen. Dit is echter niet het geval. Dit geldt wel voor de vastus medialis.	4
Razeghi et al.¹⁸	knie extensie oefeningen	1.50±0.57 VAS 0-10	32	Niet getest	De groep die heup training en knie training kreeg vertoonde significant meer pijn vermindering en verbeterde spierkracht van de heupmusculatuur t.o.v. de groep die geen heup training ontving.	4

3. Specifiek vastus medialis trainen

Van de 11 gevonden artikelen beschrijven Song et al en Syme et al een behandeling waarbij specifiek de vastus medialis wordt getraind. Uit deze 2 onderzoeken blijkt dat er wel pijnvermindering optreedt maar er is geen significant verschil t.o.v. quadriceps training.

Tabel 3 Vastus medialis versterken

Auteur	Behandelde beweging	Pijn verschil na behandeling	N	Functie verschil	Conclusie	PEDRO
Song et al.²	Leg press	-2.58 VAS	123	+10.73 op lysholm score	Uit het onderzoek blijkt dat de vastus medialis in omvang en oppervlak groter wordt. De training met de leg-press leverde significante verbetering op, op het gebied	8

					van pijn en functies	
Syme et al.¹⁰	Specifieke oefeningen om de vastus medialis aan te laten spannen.	26.3 NRS-101	110	-8 op modified functional index questionnaire, +3.6 cm triple hop for distance,	Zowel op pijn en functie niveau is er een significante verbetering. T.o.v. selectieve VMO training is er geen significant verschil	8

4. Taped van de patella

3 artikelen beschrijven een behandeling waarbij de PFPS wordt behandeld met behulp van McConnell tape. Uit alle 3 de onderzoeken blijkt is dat McConnell tape direct verlichting geeft van de pijnklachten en dat de functies ook verbeteren. (tabel 4)

Tabel 4

Auteur	Behandelde beweging	Pijn verschil na behandeling	N	Functie verschil	Conclusie	PEDRO
Lan et al.⁴	Met McConnell tape van een step af stappen	19.7 VAS 0-100	118	Niet gemeten	McConnell tape geeft direct pijnvermindering bij PFPS	6
Aminaka et al.⁵	McConnell tape bij de Star Excursion Balance Test (SEBT)	Significant verschil t.o.v. de groep die niet getaped is (niet specifiek weergegeven)	40	Betere SEBT scores (niet specifiek weergegeven)	McConnell tape geeft vermindering van pijn en verbeterd de scores bij de SEBT	5
Wittingham et al.¹⁵	Behandeling met McConnell tape en knie-stabilisatie oefeningen	-7.5 VAS 0-10	30	+8.4 op de FIQ. -7.4 op VAS tijdens step test	McConnell tape in combinatie met oefentherapie geeft meer verbetering op de VAS en FIQ t.o.v. alleen oefeningen doen of oefeningen met placebo tape.	8

Discussie

Bij het trainen van de heupmusculatuur en de quadriceps werden verschillende oefeningen toegepast. In de artikelen werden verschillende oefeningen toegepast voor het aansterken van de quadriceps: Single/straight leg raise (SLR)^{12,13}, squats^{3,13-15}, leg press³, lunges^{12,14}, single leg stance^{12,14,15}, knie extensie^{3,15,18}, wall slides^{12, 14}, isometrische quadriceps contractie^{12,15}. Al deze oefeningen zijn gericht op de knie extensie, de belasting van deze oefeningen voor de quadriceps is echter niet altijd even zwaar. Aangezien niet in elk onderzoek dezelfde oefeningen zijn toegepast is, kan dit ook invloed hebben gehad op de uitkomst van het onderzoek. Ondanks dat er in 6 van de 7 artikelen^{3,10,13-15,18} pijnvermindering is gemeten kan in dit onderzoek niet stelligheid gezegd worden hoeveel pijnvermindering het trainen van de quadriceps op levert op de VAS-schaal, omdat er geen uniform behandelprotocol is toegepast. Voor het trainen van de heupmusculatuur geldt hetzelfde, er is significante pijnvermindering aantoonbaar maar dit wordt bereikt middels verschillende behandelmethoden. Bij het trainen van de heupmusculatuur komt wel een ander opmerkelijk iets naar

voren. Nakagawa et al¹², Tyler et al¹⁶, Razeghi et al¹⁵ en Fukuda et al¹³ tonen aan dat het trainen van de specifieke heupexorotatie en abductie pijnvermindering op levert. In de onderzoeken komt echter niet naar voren dat de kracht van deze bewegingen is toegenomen. Er kan niet gezegd worden of de coördinatie of het trainen van de heupexorotatie en abductie de pijnvermindering veroorzaakt. Dit laatste is een goed punt om verder onderzoek naar te doen. Over het trainen van de vastus medialis is het lastig om een uitspraak te doen. Dit werd alleen beschreven door Song et al² en Syme et al¹⁰. Hier was geen significante pijnvermindering gemeten t.o.v. quadriceps training. In het onderzoek van Syme et al¹⁰ werd de leg press gebruikt om de vastus medialis te trainen. Hiermee worden echter de gehele quadriceps getraind. Ondanks dat er weinig onderzoek is gedaan komt naar voren dat het specifiek trainen van de vastus medialis geen toevoegende waarde heeft bij de behandeling van PFPS. Lan et al⁴, Aminaka et al⁵ en Wittingham et al¹⁵ hebben aangetoond dat McConnell tape directe pijnvermindering geeft bij PFPS. De pijnvermindering komt door het correct sturen van de patella. Deze therapie heeft echter alleen effect mits er getaped wordt. Op de lange termijn zonder tape heeft deze therapie geen effect. Wittingham et al¹⁵ tonen aan dat McConnell tape in combinatie met oefentherapie ook op lange termijn pijn vermindering geeft. Uit dit literatuuronderzoek komt naar voren dat zowel het trainen van de heupmusculatuur, het trainen van de quadriceps en het tapen pijnvermindering en verbetering van functies op levert bij patellofemoraal pijnsyndroom. In de review van Fagan et al¹¹ werd aangetoond dat quadriceps training pijnvermindering oplevert bij PFPS. Wat Fagan et al¹¹ niet konden aantonen en wat wel in dit onderzoek wordt aangetoond is dat het trainen van de heup exorotatie en abductie ook significante pijnvermindering oplevert.

Om een uitspraak te doen over welke van de 4 behandelingen (heupmusculatuur trainen, quadriceps trainen, vastus medialis trainen, tapen) de meeste functieverbetering op levert hadden alle onderzoeken dezelfde vragenlijsten moeten gebruiken. In de gebruikte literatuur voor dit onderzoek was dat echter niet het geval waardoor er geen conclusie gevormd kan worden over welke behandeling de meeste functieverbetering op levert. Ook wordt niet in alle artikelen precies aangegeven hoe veel verbetering er is opgetreden bij de vragenlijst. In de artikelen waar naar de functionaliteit wordt gekeken^{2,3,5,10,13-15} valt op dat het tapen en het trainen van de heupmusculatuur en quadriceps de meeste verbetering op levert t.o.v. de controlegroep. Tussen de quadriceps en het trainen van de heupmusculatuur onderling is geen significant verschil gevonden. Wittingham et al¹⁵ toont aan dat er tussen het tapen en het trainen van de quadriceps wel een significant verschil is. In de onderzoeken van Lan et al⁴ en Aminaka et al⁵ wordt alleen gekeken naar het tapen, er wordt niet gekeken of het tapen meer effect heeft dan een andere therapie. Qua functionaliteit is het niet te zeggen of tapen, het trainen van de quadriceps of het trainen van de heupmusculatuur het meeste effect heeft. De onderzoeken van Syme et al¹⁰ en Song et al² tonen wel allebij aan dat quadriceps training en het trainen van de heupmusculatuur meer verbetering geeft op functionele vragenlijsten.

Ook voor de pijnvermindering is het lastig te zeggen welke behandeling de meeste pijnvermindering oplevert. Ondanks dat de VAS in veel artikelen gebruikt werd^{2,4,12,13,15,16,18}, werden in alle (gebruikte) onderzoeken een verschillend aantal proefpersonen gebruikt variërend tussen de 14 en 123. Aangezien alle interventie groepen van verschillende grootte zijn is de betrouwbaarheid van de uitkomst van elk onderzoek ook anders. De in- en exclusie criteria verschilden per onderzoek. Zo varieerden bijv. de duur van de klachten van 4 weken¹² tot 3 maanden^{3,10}, ook was het wisselend of de interventiegroepen unilateraal¹⁰ of bilateraal klachten mochten hebben¹⁵. Voor een volgende onderzoek is het goed om voor elke behandeling dezelfde vragenlijst toe te passen. Ook kan dan voor elke proefpersoon dezelfde in- en exclusie criteria toegepast. Op deze manier kan er een betrouwbaardere conclusie gevormd worden over welke therapie het meeste effect op levert op het gebied van pijn en functie bij patiënten met patellofemoraal pijnsyndroom.

Conclusie

Na meerdere artikelen over dit onderwerp met elkaar vergeleken te hebben kan er een uitspraak gedaan worden welke fysiotherapeutische behandeling heeft het beste effect bij patiënten met patellofemorale pijnsyndroom op het gebied van pijn en functiebelemmering?

In dit onderzoek komt naar voren dat McConnell tape direct de meeste pijnvermindering geeft. Quadriceps training gecombineerd met oefeningen waarbij aandacht wordt besteedt aan de heupexorotatie en –abductie leveren qua oefentherapie de meeste pijnvermindering en verbetering van functies op. Het specifiek trainen van de vastus medialis geeft geen beter resultaat dan het trainen van totale de quadriceps. Ook is niet aangetoond dat het mogelijk is alleen de vastus medialis is die getraind wordt.

Bronnen.

1. Irish SE, Millward AJ, Wride J, Haas BM, Shum GL. The effect of closed kinetic chain exercises and open-kinetic chain exercise on the muscle activity of vastus medialis oblique and vastus lateralis. *J Strength Cond Res.* 2010 may;24(5):1256-62.
2. Song CY, Lin YF, Wei TC, Lin DH, Yen TY, Jan MH. Surplus value of hip abduction in leg press exercise in patients with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. *Phys Ther* 2009 May;89(5):409-18
3. Fukuda TY, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, Lucareli PR, de Almeida Aparecida Carvalho N. Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. *J Ortop Sports Phys Ther.* 2010 nov;40(11):736-42
4. Lan TY, Lin WP, Jiang CC, Chiang H. Immediate effect and predictors of effectiveness of taping for patellofemoral pain syndrome a prospective cohort study. *Am J Sports Med* 2010 Aug;38(8):1626-30
5. Aminaka, Gribble PA. Patellar taping, patellofemoral pain syndrome, lower extremity kinematics, and dynamic postural control. *J Athl Train.* 2009 Jan-Mar;43(1):21-8
6. Hensley CP. Management of patients with patellofemoral pain syndrome using a multimodel approach: a case series. *J orthop Sport Phys Ther* 2008 Nov;34(11):691-702
7. Prins MR, van der Wurff P. Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. *Aust J Physiother.* 2009;55(1):9-15. Review.
8. Coqueiro KR, Bevilacqua-Grossi D, Bérzin F, Soares AB, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral painsyndrome. *J Elektromyogr Kinesiol* 2005 Dec;15(6):596-603
9. Emami MJ, Ghahramani MH, Abdinejad F, Namazi H. Q-angle: an invaluable parameter for evaluation of anterior knee pain. *Arch Iran Med.* 2007 Jan;10(1):24-6.
10. Syme G, Rowe P, Martin D, Daly G. Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: a randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening. *Man Ther* 2009 Jun;14(3):252-63
11. Fagan V, Delahunt E. Patellofemoral pain syndrome: a review on the associated neuromuscular deficits and current treatment options. *Br J Sports med* 2008 Oct;42(10):789-95
12. Nakagawa TH, Muniz TB, Baldon Rde M, Dias Maciel C, de Menezes Reiff RB, Serrão FV. The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in

- patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil* 2008 Dec;22(12):1051-60
13. Avraham F, Aviv S, Ya'akobi P, Faran H, Fischer Z, Goldman Y, Neeman G, Carmeli E. The efficacy of treatment of different intervention programs for patellofemoral pain syndrome-a single blinden randomized clinical trial. Pilot study. *ScientificWorldJournal* 2007 Aug 24;7:1256-62
 14. Boling MC, Bolgla LA, Mattacola CG, Uhl TL, Hosey RG. Outcomes of a weight-bearing rehabilitation program for patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2006 nov;87(11):1428-35
 15. Whittingham M, Palmer S, Mamillan F. Effects of taping on pain and function in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2004 Sep;34(9):504-510
 16. Tyler TF, Nicholas SJ, Mullaney MJ, McHugh MP. The role of hip muscle function in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Am J Sports Med* 2006 Apr;34(4):630-6
 17. Long-Rossi F, Salsich GB. Pain and hip lateral rotator muscle strength contribute to functional status in females with patellofemoral pain. *Physiother Res Int.* 2010 Mar;15(1):57-64
 18. Razeghi M, Etemadi Y, Taghizadeh SH, Ghaem H. Could hip and knee muscle strengthening alter the pain intensity in patellofemoral pain syndrome? *Iranian Red Crescent Medical Journal* 2010;12(2):104-110
 19. Gillear W, McConnell J, Parsons D. The effect of patellar taping on the onset of vastus medialis obliquus and vastus lateralis muscle activity in persons with patellofemoral pain. *Phys Ther.* 1998;78:25-32
 20. Flier van der J. Instituut voor bewegingsstudies. Studiehandleiding afstudeeropdracht. *Reader HU* 2009;2.2:24-26