

Patellofemorale pijn: oefentherapie en chirurgie

Robbart van Linschoten en Sander Koëter

- Patellofemorale pijnklachten komen veel voor en zijn lastig te behandelen.
- Er is consensus dat een niet-operatieve behandeling de therapie van eerste keuze is. Daarbij wordt een afwachtend beleid gepropageerd. De toegevoegde waarde van oefentherapie op zich is onduidelijk.
- Recent gepubliceerd Nederlands onderzoek toont aan dat gesuperviseerde en geprotocolleerde oefentherapie effectiever is bij patellofemoraal pijnsyndroom dan gesuperviseerd afwachten.
- Bij geselecteerde patiënten met recidiverende patellaluxatie of ernstige pijn door radiologisch aangetoonde 'maltracking' (foutief sporen), kan men operatief ingrijpen.

Patellofemorale pijnklachten komen bij jonge en lichamelijk actieve personen veel voor, zo blijkt uit diverse studies. Zo'n 25% van de militaire rekruten tijdens de opleidingsfase ondervindt beperkingen door patellofemorale klachten.¹ De incidentie van patellofemorale pijnklachten bij studenten aan een opleiding tot leraar lichamelijke opvoeding is 10% in 2 jaar.² Huisartsen zien in de risicopopulatie 10-12 nieuwe patiënten per jaar, terwijl bij sportartsen tot 25% van de consulten betrekking heeft op deze klachten.^{3,4}

In dit artikel gaan wij in op de achtergronden van het patellofemoraal pijnsyndroom, veranderende inzichten over de oorzaken en de daaruit volgende behandelopties voor patiënten met patellofemorale klachten.

PATELLOFEMORAAL PIJNSYNDROOM

De patellofemorale klachten kunnen wisselen van milde belastingsafhankelijke pijnklachten tot ernstige invaliderende pijn, soms tengevolge van herhaalde ontwrichtingen van de patella. Er is consensus om te spreken over het 'patellofemoraal pijnsyndroom' (PFPS) indien er sprake is van pijn op of rond de patella, die verergert bij lang zitten, hurken, knielen, traplopen en fietsen en waarbij andere specifieke oorzaken van pijn kunnen worden uitgesloten, zoals tendinopathie, de ziekte van Osgood-Schlatter, intra-articulair letsel en artrose.⁵

In de NHG-standaard 'Niet traumatische knieproblemen bij kinderen en adolescenten' wordt de diagnostiek en behandeling van patellofemorale pijnklachten beschreven. De standaard adviseert om patiënten informatie te geven over de aard en het gunstig beloop van de aandoening en om de al dan niet sportgerelateerde activiteiten die de pijn uitlokken gedurende een maand te verminderen. Zo nodig kan een isometrische aanspanoefening voor de M. quadriceps worden uitgevoerd.⁶

In de afgelopen jaren zijn er 2 systematische reviews verschenen over de conservatieve behandelwijze van het

*Sportmedisch Adviescentrum Rotterdam
en ErasmusMC, Rotterdam.*

Afd. Huisartsgeneeskunde:

drs. R. van Linschoten, sportarts.

UMC St Radboud, Nijmegen

*Afd. Orthopedie: dr. S. Koëter,
orthopedisch chirurg.*

Contactpersoon: dr. S. Koëter

(s.koeter@orthop.umcn.nl).

PFPS.^{7,8} In een review over farmacotherapie wordt geconcludeerd dat er beperkt bewijs is voor het gunstig effect van gebruik van een NSAID bij kortdurende pijnklachten.⁷ Het anabole steroid nandrolon zou effectief kunnen zijn, maar is te controversieel om te gebruiken voor het PFPS. Het effect van glycosaminoglycanen is onduidelijk.

De conclusie van de review over de effecten van oefentherapie bij het PFPS luidt dat er een beperkt bewijs is voor de positieve effecten van oefentherapie op pijn.⁸ De effecten op functionele verbetering zijn echter tegenstrijdig.

Er zijn geen systematische reviews bekend die betrekking hebben op de effecten na chirurgische behandeling van het PFPS. De studies betreffende uitkomsten op pijn en functie na chirurgische interventie hebben in hoofdzaak een matige methodologische opzet (met name niet-gerandomiseerd onderzoek, deels retrospectief van aard, en niet vergelijkend), waardoor het wetenschappelijk bewijs van de interventies beperkt is.

ACHTERGRONDEN OVER ETIOLOGIE, PATHOFYSIOLOGIE EN PROGNOSE

In hoofdlijnen bestaan er 3 theorieën over de etiologie van patellofemorale pijnklachten.

Patellofemorale klachten worden gerelateerd aan een mechanische/structurele oorsprong, een neuro-musculaire oorsprong (foutief sporen; zogenaamde ‘maltracking’) en een biologische oorsprong (weefselhomeostase, weergegeven met ‘envelope of function’).¹⁴

Mechanisch model De mechanische theorie gaat uit van structurele en biomechanische afwijkingen aan de streksten van de knie.⁹ In dit model worden de klachten beoordeeld in een spectrum met aan de ene zijde geïsoleerde pijnklachten en aan de andere zijde recidiverende luxaties van de patella. Uit röntgenstudies blijkt dat bij patiënten met patellofemorale pijn er soms sprake is van anatomische afwijkingen die kunnen leiden tot pijn en instabiliteit.¹⁰ Op basis van röntgenologische criteria worden er 4 groepen van patiënten met patellofemorale klachten onderscheiden:

- patiënten met objectieve patellainstabiliteit; dit zijn patiënten met ten minste een patellaluxatie en een door röntgendiagnostiek objectieveerbare anatomische afwijking
- patiënten met potentiële patella-instabiliteit; dit zijn patiënten zonder patellaluxatie maar wel met een door röntgendiagnostiek objectieveerbare anatomische afwijking
- patiënten met patellofemorale pijn zonder luxaties en zonder objectieveerbare anatomische afwijking
- patiënten met patellofemorale artrose.

Neuro-musculair model Het neuro-musculaire model bouwt gedeeltelijk voort op het mechanisch model. Het

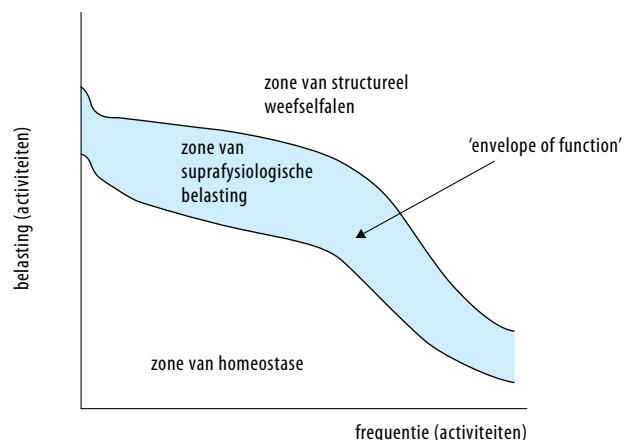
gaat uit van de theorie van maltracking van de knieschijf, dat wil zeggen het ‘foutief sporen’. Door neuro-musculaire insufficiëntie – het onvoldoende aanspannen van de Mm. Quadriceps en dan met name de M. vastus medialis obliquus, kan het glijden van de knieschijf over de trochlea leiden tot overmatige compressiekrachten enerzijds en tractiekrachten anderzijds. Het beïnvloeden dan wel het verbeteren van het patellofemorale glijmechanisme door het aanbrengen van een tapeverband rond de knieschijf, in combinatie met specifieke training voor de bovenbeenmusculatuur, leidt bij klinische observaties tot vermindering van peripatellaire pijn.^{11,12}

Biologisch model Van recentere datum is de theorie die uitgaat van de verstoring van de weefselhomeostase. In dit model staat de pathofysiologische verstoring van de biologische belastbaarheid van het weefsel, dat gezamenlijk het strekapparaat van de knie vormt, centraal.^{13,14}

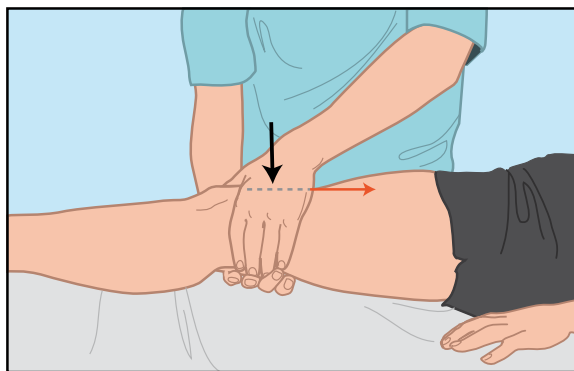
Onder het begrip ‘envelope of function’ is de stelling samengevat dat ‘overbelasting’ van het patellofemorale gewricht kan leiden tot verschillende pathofysiologische processen die resulteren in verlies van de weefselhomeostase met peripatellaire pijn tot gevolg (figuur 1).

De 3 hierboven geschetste theorieën zijn niet exclusief en kunnen complementair aan elkaar worden beschouwd. Door het foutief sporen van de patella tengevolge van instabiliteit kan een overbelasting van het patellofemorale gewricht ontstaan, waardoor een verstoring van de weefselhomeostase ontstaat. Een dergelijke verstoring kan echter ook ontstaan tengevolge van overbelasting door chronisch functioneren buiten de ‘envelope of function’.

De lang geuite veronderstelling dat de prognose van



FIGUUR 1 Grafische weergave van ‘the envelope of function’ om de belastbaarheid van weefsels uit te drukken: bij toename van activiteiten, zowel qua frequentie als intensiteit, neemt de belastbaarheid van het weefsel af.¹⁴



FIGUUR 2 Test van Clarke toe te passen bij een patiënt emt patellofemorale pijn. Indien het aanspannen van de M. quadriceps onder compressie van de patella de voor de patiënt herkenbare pijn geeft, is de testuitslag positief.

patellofemorale pijnklachten gunstig is, kan worden betwist. In een selecte steekproef was 30-50% van de patiënten met patellofemorale pijnklachten na meerdere jaren niet klachtenvrij.^{15,16}

DIAGNOSTIEK EN DE WAARDE VAN AANVULLEND ONDERZOEK

In de regel volstaan de gegevens uit anamnese en lichamelijk onderzoek om de diagnose 'PFPS' of 'luxatie' te stellen. Anamnestic staan bij het PFPS de peripatellaire pijn (veelal belastingsafhankelijk en niet traumatisch van karakter), pijn bij hurken, pijn bij zitten met langdurige knieflexie ('theaterknie') en crepiteren op de voorgrond. Soms worden doorzakklachten of pseudo-doorzakklachten aangegeven of het daadwerkelijk luxeren of subluxeren van de patella. Bij lichamelijk onderzoek is hydrops van de knie in de regel afwezig, tenzij als volgend op een patellaluxatie. Pijn wordt aangegeven op de patellafacetten en er bestaan diverse provocatietests voor het stellen van de diagnose: 'patella apprehension test', 'signe de Rabot', test van Clarke; figuur 2). De kans dat een positieve testuitslag onderscheidend is ten opzichte van aspecifieke kniepijnklachten is echter beperkt: de likelihoodratio is circa 2,3 (dat wil zeggen dat de kans op PFPS bij een positieve testuitslag 2,3 maal zo groot is als de kans bij aspecifieke klachten).¹⁷

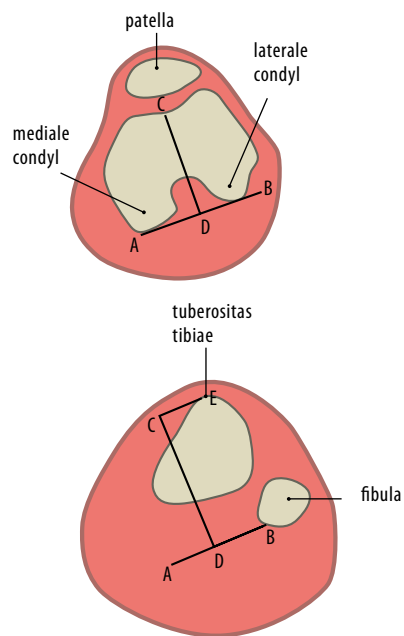
Hoewel ernstige en invaliderende pijn een aanleiding kan zijn voor aanvullend onderzoek zal röntgenologisch onderzoek pas worden verricht bij het vermoeden van meer specifieke oorzaken van peripatellaire pijn (patella instabiliteit, maltracking, patellofemorale artrose, osteochondritis dissecans)

Radiologisch onderzoek heeft aangetoond dat 4 factoren significant gecorreleerd zijn met maltracking en patella-instabiliteit.¹⁸ Deze factoren zijn: trochleadysplasie, de

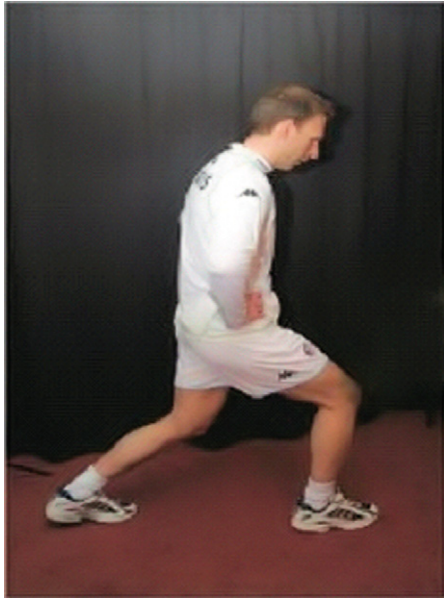
hoek van de patella ten opzichte van het femur in het coronale vlak (zogenaamde 'patellar tilt'), patella alta (hoogstand van de knieschijf) en een vergrote zijdelingse afstand tussen de trochlea en de tuberositas tibiae. Dit laatste duidt op het fenomeen dat de tuberositas ten opzichte van de trochlea een te laterale positie kan hebben waardoor de kniepees als het ware de patella naar de laterale zijde van de trochlea trekt.

De benige anatomie van het patellofemorale gewricht kan met een conventioneel röntgenonderzoek en met een CT-scan worden afgebeeld.¹⁹ Een conventioneel röntgenonderzoek is geschikt om een patella alta of een trochleadysplasie te diagnosticeren. Een patella alta kan op een laterale röntgenfoto vastgesteld worden, hoewel er controverse bestaat over de beste methode om deze hoogte te meten.²⁰ Om de zijdelingse afstand tussen de trochlea en de tuberositas tibiae vast te stellen, is een CT-scan noodzakelijk. Recent is een nieuwe methode ontwikkeld om deze afstand betrouwbaarder te meten (figuur 3).²¹

Het sporen van het patellofemorale gewricht wordt mede bepaald door de chondrale anatomie. MRI-onderzoek



FIGUUR 3 Met een CT-scan kan de afstand in het transversale vlak tussen het diepste punt van de trochlea en het middelste punt van de tuberositas bepaald worden om te zien of er foutief sporen van de patella is ('maltracking'): (a) op een CT-sned ter hoogte van de trochlea wordt de posterieure intercondylaire lijn getrokken (A-B). Daarop wordt een loodrechte lijn D-C getrokken tot in het diepste punt van de trochlea. (b) Deze lijnen worden gekopieerd op een scan ter hoogte van de tuberositas tibiae en vervolgens wordt de afstand tot de tuberositas bepaald (C-E), dat wil zeggen de mate van lateralisatie.



FIGUUR 4 De zogenaamde 'uitvalspas' als onderdeel van het oefenprogramma in de PEX-studie naar de behandeling van het patellofemorale pijnsyndroom.²⁷ In deze houding wordt in de voorste knie de patella tegen het femur gedrukt.

leent zich het beste voor het bepalen van deze anatomie. Vanwege het ontbreken van referentiewaarden vindt er nog onderzoek plaats om de diepte van de trochlea (de sulcushoek) en de afstand tussen de trochlea en tuberositas tibiae te bepalen.

EFFECTIVITEIT VAN DE BEHANDELMOGELIJKHEDEN BIJ PATELLOFEMORALE PIJN

Conservatieve behandeling, waaronder oefentherapie

Er is veel onderzoek gedaan naar de effecten van conservatieve behandeling op patellofemorale pijnklachten. Behandelingen bestaan soms uit enkelvoudige interventies, maar vaker uit combinaties van fysiotherapie, oefentherapie, behandeling met tape of braces/bandages en het gebruik van inlegzooltjes.²²⁻²⁵ In de diverse studies worden de interventies vaak met elkaar vergeleken en slechts in beperkte mate ten opzichte van een controlegroep.

Uit de eerder genoemde review blijkt dat er beperkt bewijs is voor de effectiviteit van oefentherapie met betrekking tot pijnklachten.⁸ Het is overigens bekend dat 30% van de patiënten met PFPS na het eerste bezoek aan de huisarts naar de fysiotherapeut wordt verwezen.²⁶ De additionele waarde van oefentherapie ten opzichte van een afwachtend beleid, zoals geadviseerd in de NHG-standaard, is echter tot op heden niet onderzocht.

Recent hebben wij de resultaten beschreven van een

onderzoek naar de effecten van gesuperviseerde en geprotocolleerde oefentherapie bij patiënten met PFPS, in de zogenaamde PEX-studie.²⁷ In dit onderzoek hebben 65 patiënten gedurende 3 maanden een intensief en uitgebreid oefenprogramma met thuisoefeningen gevolgd onder supervisie van een fysiotherapeut en zijn de effecten op pijn, functie en herstel vergeleken met die van een controlegroep (n = 66) die het gebruikelijke advies volgens de NHG-standaard kreeg (figuur 4).

De patiënten werden 1 jaar gevolgd. Na 3 maanden vertoonde de oefengroep significant betere pijn- en functiescores dan de controlegroep. Ook na 12 maanden waren de verschillen in pijnreductie significant in het voordeel van de oefengroep. Er werd echter geen verschil gevonden in de mate van herstel tussen beide groepen: na 1 jaar bleek dat 62% van de patiënten in de oefengroep zich hersteld voelde versus 50% in de controlegroep.²⁷

Met dit onderzoek wordt aangetoond dat een gesuperviseerd en geprotocolleerd intensief oefenprogramma effectiever is dan een afwachtende strategie met betrekking tot pijnreductie en functieverbetering (zie tabel 1).

Effectiviteit van operatieve behandeling Hoewel bij patellofemorale klachten de nadruk ligt op conservatieve maatregelen kan soms een operatie overwogen worden. De in het verleden bij veel patiënten met patellofemorale pijn toegepaste transpositie van de tuberositas tibiae volgens Hauser wordt thans als obsoleet beschouwd. Met name doordat daarbij de tuberositas naar posterieur wordt verplaatst, wordt de patellofemorale druk fors vergroot, wat resulteert in patellofemorale artrose.²⁸

Ook een zogenaamde laterale vrijmaking ('lateral

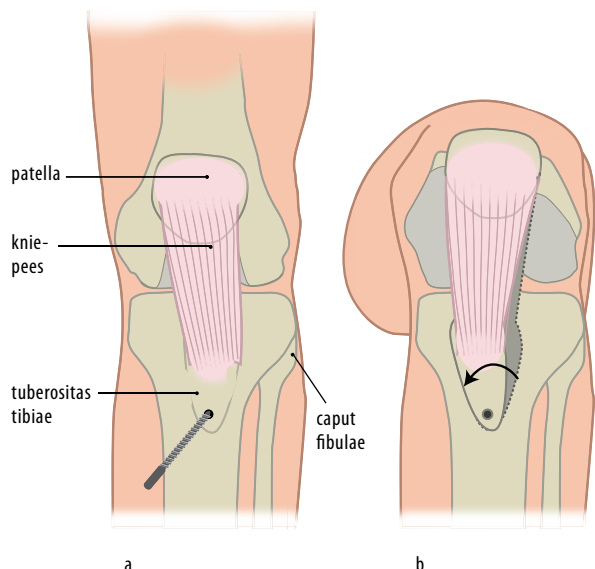
TABEL 1 Effect van intensieve, geprotocolleerde en gesuperviseerde oefentherapie bij patiënten met patellofemorale pijnsyndroom;²⁷ significante waarden rood weergegeven

uitkomst	verschil tussen interventie- (n = 65) en controlegroep (n = 66)			
	na 3 maanden	effect-grootte*	na 12 maanden	effect-grootte*
pijnt				
in rust	-1,07	0,47	-1,29	0,57
bij inspanning	-1,00	0,45	-1,19	0,54
functie†	4,92	0,34	4,52	0,31
hersteld in %	7	-	11	-

* Effectgrootte gedefinieerd als het verschil tussen beide groepen, gedeeld door de standaarddeviatie voor de betreffende uitkomst in de uitgangssituatie.

† Gescoord op een schaal van 1-10 met oplopende pijn; negatieve verschillen zijn ten gunste van oefentherapie.

‡ Gescoord op een schaal van 1-100 met oplopend functioneren; positieve verschillen zijn ten gunste van oefentherapie.



FIGUUR 5 (a) De tuberositas tibiae wordt losgemaakt en het distale deel wordt gefixeerd. (b) Bij het buigen van de knie kantelt het proximale deel naar mediaal tot een 'neutrale' positie is bereikt ten opzichte van de stand van de patella in de trochlea. In die positie wordt de tuberositas vastgezet.³⁰

release'), dat wil zeggen het klieven van het gewrichtskapsel aan de laterale zijde van de knie, werd voorheen vaak uitgevoerd. Nieuw biomechanisch onderzoek heeft aangetoond dat deze behandeling averechts werkt doordat de stabiliteit van de patella na een laterale release verder afneemt.²⁹

Een operatie is alleen geïndiceerd bij patiënten met anatomische afwijkingen. Door nieuwe radiologische technieken kunnen tegenwoordig anatomische afwijkingen die patellofemorale maltracking kunnen veroorzaken beter worden vastgelegd. De relatie tussen de maltracking

- Patellofemorale pijnklachten komen veel voor en zijn lastig te behandelen.
- Het natuurlijk beloop is minder gunstig dan wordt aangenomen.
- Er is consensus dat een niet-operatieve behandeling de therapie van eerste keuze is. Daarbij wordt een afwachtend beleid gepropageerd. De toegevoegde waarde van oefentherapie is onduidelijk.
- Op basis van recent onderzoek blijkt dat voor patiënten met het patellofemorale pijnsyndroom een actieve aanpak door middel van intensieve, gesuperviseerde oefentherapie effectiever is dan een afwachtend beleid.
- Bij patiënten met recidiverende patellaluxatie en met langdurig bestaande patellofemorale pijn kan onderzoek op maltracking plaatsvinden; als die gevonden wordt kan een operatie geïndiceerd zijn.

en patellaire pijn is echter niet altijd eenduidig, zodat terughoudendheid met betrekking tot operatie noodzakelijk is. De NHG-richtlijn adviseert patiënten met langdurige patellofemorale pijn door te verwijzen naar een orthopedisch chirurg. Deze kan, indien hij maltracking vermoedt, aanvullend radiologisch onderzoek verrichten om de diagnose 'maltracking' te bevestigen. Een relatief veel voorkomende afwijking bij patiënten met persisterende patellofemorale pijn is een vergrote zijdelingse afstand tussen trochlea en tuberositas tibiae (zie figuur 3).

In 2007 hebben wij de resultaten van een prospectief onderzoek naar de effecten van een medialiserende tuberositasosteotomie ter behandeling van patellofemorale pijn gepubliceerd (figuur 5).³⁰ Zowel de pijn- als de functiescore verbeterden significant na deze ingreep bij een follow-upduur van 24 maanden (tabel 2). De pijnscore op een visueel-analogue schaal van 100 mm (0 = geen pijn; 100 = grootst mogelijke pijn) daalde van gemiddeld 52 punten preoperatief tot gemiddeld 12 punten postoperatief.

CONCLUSIE

In de afgelopen 40 jaar heeft er een verschuiving plaatsgevonden in de diagnostische en behandeltechnische benadering van patellofemorale pijnklachten. De dominantie van de strikt mechanische theorie heeft plaats gemaakt voor een functionele benadering. Het is inmiddels duidelijk dat er geen één-op-één relatie is tussen bestaande anatomische dan wel röntgenologische afwijkingen en instabiliteit of pijn. Voor de behandeling betekent dit dat men met name terughoudend dient te zijn met operatief ingrijpen.

Op basis van recent onderzoek blijkt dat voor patiënten

TABEL 2 Resultaten van operatieve interventie voor recidiverende patellaluxatie of ernstige patellofemorale pijn in een onderzoek bij patiënten³⁰

uitkomst	gemiddelde (uitersten)	
	preoperatief	2 jaar postoperatief
functiescore*	62 (31-86)	92 (55-100)
pijnscore†	55 (20-91)	14 (0-80)

* Functiescore op een lysholm-knieschaal van 1-100; een hogere score betekent beter functioneren.

† Pijnscore op een visueel-analogue schaal van 0-100 mm; een hogere score betekent meer pijn.

met het patellofemorale pijnsyndroom in de 1e lijn een actieve aanpak door middel van intensieve, gesuperviseerde, oefentherapie effectiever is dan een afwachtend beleid.

Ook bij langdurige en soms ernstig invaliderende patellofemorale pijnklachten is het van belang een reëel beeld te scheppen van het natuurlijk beloop van patellofemorale klachten, ook al is dat minder gunstig dan tot nu toe werd aangenomen.

Bij patiënten met recidiverende patellaluxaties, instabiliteit of langdurige patellofemorale pijn kan een analyse naar maltracking als oorzaak van de klachten worden

uitgevoerd. Voorwaarde is dat gebruik kan worden gemaakt van moderne CT-technieken. Bij een aangetoonde anatomische afwijking kan dan een operatie geïndiceerd zijn.

Belangenconflict: geen gemeld. Financiële ondersteuning: geen gemeld.

Aanvaard op 10 maart 2010

Citeer als: Ned Tijdschr Geneesk. 2010;154:A822

 [Meer op www.nvtg.nl/klinischepraktijk](http://www.nvtg.nl/klinischepraktijk)

LITERATUUR

- Milgrom C, Finestone A, Eldad A, Shlamkovitch N. Patellofemoral pain caused by overactivity. A prospective study of risk factors in infantry recruits. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:1041-3.
- Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Cambier D, Vanderstraeten G. Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population. A two-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2000;28:480-9.
- Van der Linden M, Westert G, de Bakker D, Schellevis F. Tweede Nationale Studie naar ziekten en verrichtingen in de huisartspraktijk. Klachten en aandoeningen in de bevolking en in de huisartspraktijk. Utrecht/Bilthoven: NIVEL/RIVM; 2004.
- Baquie P, Brukner P. Injuries presenting to an Australian sports medicine centre: a 12-month study. *Clin J Sport Med.* 1997;7:28-31.
- Witvrouw E, Werner S, Mikkelsen C, Van Tiggelen D, Vanden Berghe L, Cerulli G. Clinical classification of patellofemoral pain syndrome: guidelines for non-operative treatment. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005;13:122-30.
- Breedveldt Boer HP, Klaassen WRC, Spinnewijn WEM, Heinen N, Burggraaff HB, Derks CJT, et al. Niet-Traumatische knieproblemen bij kinderen en adolescenten; NHG-Standaard. *Huisarts Wet.* 2009;52:332-41.
- Heintjes E, Berger MY, Bierma-Zeinstra SM, Bernsen RM, Verhaar JA, Koes BW. Pharmacotherapy for patellofemoral pain syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;CD003470.
- Heintjes E, Berger MY, Bierma-Zeinstra SM, Bernsen RM, Verhaar JA, Koes BW. Exercise therapy for patellofemoral pain syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003;CD003472.
- Insall J, Falvo KA, Wise DW. Chondromalacia Patellae. A prospective study. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58:1-8.
- Keser S, Savranlar A, Bayar A, Ege A, Turhan E. Is there a relationship between anterior knee pain and femoral trochlear dysplasia? Assessment of lateral trochlear inclination by magnetic resonance imaging. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16:911-5.
- McConnell J. The physical therapist's approach to patellofemoral disorders. *Clin Sports Med.* 2002;21:363-87.
- Crossley K, Cowan SM, Bennell KL, McConnell J. Patellar taping: is clinical success supported by scientific evidence? *Man Ther.* 2000;5:142-50.
- Dye SF. The knee as a biologic transmission with an envelope of function. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;325:10-8.
- Dye SF. The pathophysiology of patellofemoral pain: a tissue homeostasis perspective. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;100-10.
- Kannus P, Natri A, Paakkala T, Jarvinen M. An outcome study of chronic patellofemoral pain syndrome. Seven-year follow-up of patients in a randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81:355-63.
- Blond L, Hansen L. Patellofemoral pain syndrome in athletes: a 5.7-year retrospective follow-up study of 250 athletes. *Acta Orthop Belg.* 1998;64:393-400.
- Nijs J, Van Geel C, Van der Auwera C, Van de Velde B. Diagnostic value of five clinical tests in patellofemoral pain syndrome. *Man Ther.* 2006;11:69-77.
- Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1994;2:19-26.
- Davies AP, Costa ML, Shepstone L, Glasgow MM, Donell S. The sulcus angle and malalignment of the extensor mechanism of the knee. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:1162-6.
- Seil R, Muller B, Georg T, Kohn D, Rupp S. Reliability and interobserver variability in radiological patellar height ratios. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8:231-6.
- Koëter S, Horstmann WG, Wagenaar FC, Huysse W, Wymenga AB, Anderson PG. A new CT scan method for measuring the tibial tubercle trochlear groove distance in patellar instability. *Knee.* 2007;14:128-32.
- Crossley K, Bennell K, Green S, Cowan S, McConnell J. Physical therapy for patellofemoral pain: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Am J Sports Med.* 2002;30:857-65.
- Lun VM, Wiley JP, Meeuwisse WH, Yanagawa TL. Effectiveness of patellar bracing for treatment of patellofemoral pain syndrome. *Clin J Sport Med.* 2005;15:235-40.
- Clark DI, Downing N, Mitchell J, Coulson L, Syzpryt EP, Doherty M. Physiotherapy for anterior knee pain: a randomised controlled trial. *Ann Rheum Dis.* 2000;59:700-4.
- Collins N, Crossley K, Beller E, Darnell R, McPoil T, Vicenzino B. Foot orthoses and physiotherapy in the treatment of patellofemoral pain syndrome: randomised clinical trial. *BMJ.* 2008;337:a1735.
- Heintjes EM. Non-traumatic knee complaints in adolescents and young adults in general practice. Rotterdam: Erasmus Universiteit Rotterdam; 2006.

- 27 Van Linschoten R, van Middelkoop M, Berger MY, et al. Supervised exercise therapy versus usual care for patellofemoral pain syndrome: an open label randomised controlled trial. *BMJ*. 2009;339:b4074.
- 28 Grelsamer RP. Patellar malalignment. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82-A:1639-50.
- 29 Christoforakis J, Bull AM, Strachan RK, Shymkiw R, Senavongse W, Amis AA. Effects of lateral retinacular release on the lateral stability of the patella. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14:273-7.
- 30 Koëter S, Diks MJ, Anderson PG, Wymenga AB. A modified tibial tubercle osteotomy for patellar maltracking: results at two years. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89:180-5.