

## Open en/of gesloten keten training in de eerste zes maanden van voorste kruisband revalidatie.

*Daisy Vedder, Afstudeeropdracht afdeling fysiotherapie Hogeschool Utrecht 2009*

**Achtergrond:** Binnen voorste kruisband revalidatie wordt vaak gebruik gemaakt van zogenaamde open- en gesloten keten oefeningen. Er zijn met name verschillende opvattingen over wanneer er begonnen moet worden met het aanbieden van open keten oefeningen binnen de fysiotherapie. Dit omdat open keten oefeningen risico's met zich mee zouden brengen ten aanzien van het herstel van de voorste kruisband.

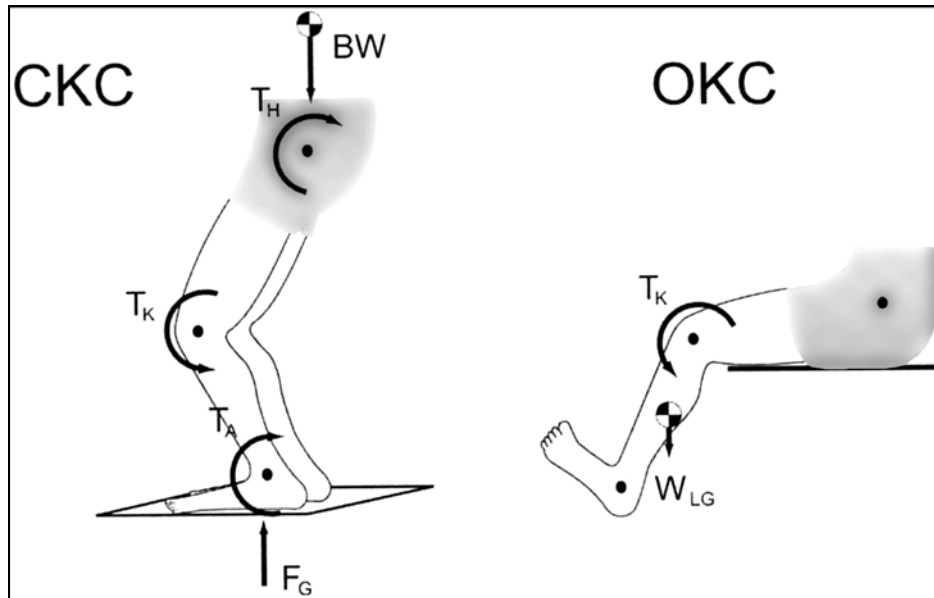
**Methode:** In de volgende databases is gezocht naar geschikte artikelen: Pubmed/Medline, Cinahl, Cochrane Library en PEDro. Er is gezocht met de volgende trefwoorden: Anterior cruciate ligament, exercise, kinetic chain, open chain, closed chain, rehabilitation, quadriceps exercises. De zoektermen zijn vervolgens met elkaar gecombineerd met de operatoren 'AND' en 'OR'.

**Conclusie:** De onderzochte literatuur laat geen significante verschillen zien met betrekking tot het functioneren van de knie bij gebruik van open keten en/of gesloten keten oefeningen. Lange termijn onderzoeken zijn nodig om eventuele overmatige slijtage aan de knie te constateren en te koppelen aan de revalidatiemethoden.

### Inleiding

Een ruptuur van de voorste kruisband komt voor bij 1 op de 3000 mensen ([www.kniechirurgie.nl](http://www.kniechirurgie.nl)). De fysiotherapeut speelt een grote rol in de revalidatie. Zowel in het conservatieve als in het postoperatieve traject volgt de patiënt langdurig fysiotherapie. Binnen de fysiotherapie wordt er gebruik gemaakt van verschillende trainingsvormen. Een indeling kan gemaakt worden naar open- en gesloten keten training. Deze oefenvormen zullen in het vervolg afgekort worden als OKC (open kinetic chain) en CKC (closed kinetic chain) oefeningen. In het onderzoek van Fleming *et al.* (2005) worden OKC oefeningen gedefinieerd als oefeningen waarbij de voet niet in contact staat met een vaste ondergrond. Daarbij hoeft een beweging in één gewricht niet samen te gaan met bewegingen in andere gewrichten, denk bijvoorbeeld aan de leg extension. Bij CKC oefeningen is er wel sprake van een vaste ondergrond en leiden bewegingen in één gewricht tot bewegingen in andere gewrichten, bijvoorbeeld legpress of squat (figuur 1). Bij deze oefeningen is het niet mogelijk om een flexie van de knie te maken zonder dat er ook dorsaalflexie in de enkel en anteflexie in de heup plaatsvindt. Tegelijkertijd leidt deze gecombineerde beweging ook tot verdeling van de inwerkende krachten. Zo ligt de belasting bij CKC oefeningen bij zowel heup, knie als enkel terwijl OKC oefeningen alleen een grote belasting op de knie leggen (Fleming *et al.* 2005). In de gevonden literatuur zijn de meningen verdeeld over het gebruik van CKC en OKC oefeningen. OKC oefeningen staan bekend als oefeningen waarbij er meer belasting van de voorste kruisband (transplantaat) gevraagd wordt en minder bijdrage zou leveren aan functioneel herstel dan CKC oefeningen (Perry *et al.* 2005). CKC oefeningen sluiten beter aan bij de functionele activiteiten van het dagelijks leven (Hooper *et al.* 2001). Mede door deze argumenten is er binnen de fysiotherapie vaak de discussie of OKC oefeningen wel aangeboden zouden moeten worden binnen de voorste kruisband (VKB) revalidatie en zo ja wanneer dit toegestaan zou moeten worden.

Door middel van literatuuronderzoek probeert dit artikel antwoord te geven op de volgende vraag: Wat zijn de voor- en nadelen van open keten training ten opzichte van gesloten keten training bij VKB patiënten in de eerste zes maanden van de revalidatiefase?



Figuur 1: Het verschil tussen CKC en OKC oefeningen is de verdeling van de belasting over meerdere gewrichten bij CKC oefeningen tegenover grotere belasting op de knie bij OKC oefeningen. (Fleming *et al.* 2005)

## Methodie

In de volgende databases is gezocht naar geschikte artikelen: Pubmed/Medline, Cinahl, Cochrane Library en PEDro. Er is gezocht met de volgende trefwoorden: Anterior cruciate ligament, exercise, kinetic chain, open chain, closed chain, rehabilitation, quadriceps exercises. De zoektermen werden vervolgens met elkaar gecombineerd met de operatoren 'AND' en 'OR'.

In- en exclusie criteria literatuur:

Er moet sprake zijn van een patiëntenpopulatie met eenzijdig voorste kruisbandletsel. Er wordt geen onderscheid gemaakt in artikelen waarbij is gekozen voor een conservatieve doelgroep dan wel een postoperatieve patiëntenpopulatie.

Daarnaast moet er een vergelijking gemaakt worden tussen een vorm van gesloten keten training en open keten training. Het onderzoek moet zich richten op de revalidatie periode van 0-6 maanden. Een duidelijke beschrijving van de onderzoeksmethode, meetinstrumenten en resultaten moet inbegrepen zijn.

Uiteindelijk zijn er negen artikelen gebruikt voor het beantwoorden van de vraagstelling. Hieronder zijn 6 RCT's, 2 research artikelen en 1 position paper. De gevonden RCT's zijn gescoord aan de hand van de PEDro score.

## Resultaten

Als er gekeken wordt naar het herstel van de knie worden de volgende componenten in de artikelen beschreven: ROM (range of motion), laxiteit, spierkracht/spierlengte herstel, toename/afname van pijn en het optreden van andere complicaties. De meetinstrumenten die hiervoor gebruikt worden in de verschillende artikelen komen vrijwel overeen. Voor het meten van laxiteit wordt in twee artikelen gebruik gemaakt van de arthrometer KT-1000. In twee artikelen wordt het Knee Signature System hiervoor genomen en in één artikel wordt de CA-4000 electrogoniometer gebruikt. Er worden geen meetinstrumenten beschreven in de onderzochte literatuur als het gaat om het vastleggen van de spierlengte gedurende de revalidatie. Wel wordt de Range Of Motion (ROM) van de knie gecontroleerd met behulp van een goniometer in met name de eerste twee weken na aanvang van de revalidatie. In verschillende onderzoeken komt de VAS-schaal naar voren als meetinstrument om eventuele toename/afname van pijn vast te leggen.

In het onderzoek van Mikkelsen *et al.* (2000), worden 44 patiënten verdeeld over 2 groepen waarvan één groep traint met CKC oefeningen en één groep traint met een combinatie van CKC en OKC oefeningen. De OKC oefeningen zijn toegevoegd na 6 weken revalidatie met alleen CKC oefeningen. In dit onderzoek is geen significant verschil in toename van laxiteit gevonden van beide groepen. Wel is er een significante toename van spierkracht van de quadriceps geconstateerd in groep 2. Deze varieert van  $P < 0.01$  bij een isokinetische meting van  $30^\circ/\text{s}$  tot  $P < 0.07$  bij een snelheid van  $240^\circ/\text{s}$ . Het gaat hierbij om concentrische spierkracht. De PEDro score van dit onderzoek is 5/10. Ook in het onderzoek van Perry *et al.* (2005) wordt geen toename van laxiteit gevonden ten opzichte van de nulmeting, die bij aanvang van de revalidatie afgenomen is. In dit onderzoek is echter geen gecombineerde therapie aangeboden. De onderzoeksgroep is opgedeeld in een OKC revalidatiegroep en een CKC revalidatiegroep. Dit onderzoek heeft een PEDro score van 5/10. Ook in het artikel van Heijne en Werner (2007) wordt onderzoek gedaan naar een eventuele toename van laxiteit. In het protocol wordt onderscheidt gemaakt tussen revalidatie na hamstringplastiek versus patella-bone-tendon-boneplastiek (PBTB) en een vroege start van OKC oefeningen ten opzichte van een late start. Uit dit onderzoek blijkt dat een vroege start van OKC oefeningen bij patiënten met een PBTB transplantaat niet leidt tot een significante toename van laxiteit van de knie ten opzichte van een latere start van OKC oefeningen ( $P = 0.87$ ). Daarentegen leidt een vroege start na een hamstring plastiek wel tot een significant verschil in toename van laxiteit van de knie in vergelijking met een later OKC traject bij hamstringplastieken ( $P = 0.02$ ) en ook in vergelijking met PBTB plastieken ( $P = 0.04$ ). Het verschil is echter klein (resp. 1,2 mm en 1,0 mm). De vroege start van OKC oefeningen heeft binnen dit onderzoek niet geleid tot een verschil in toename van kracht van de knie-extensoren ten opzichte van de onderzoeksgroepen waarbij OKC oefeningen pas na 12 weken aangeboden worden. Lange termijn onderzoek is nodig om te onderzoeken of deze geringe toename van laxiteit gevolgen heeft voor de patiënt. OKC oefeningen worden door de auteurs afgeraden in de eerste 12 weken na een hamstringplastiek. De PEDro score van dit onderzoek is 6/10.

Het artikel van Morrissey *et al.* (2009) laat in tegenstelling tot het vorige artikel een afname zien van laxiteit na zes weken training met OKC oefeningen. Dit heeft vooral te maken met de gemiddelde absolute trainingsweerstand. Bij toename van deze weerstand is een significante afname van laxiteit te zien na 6 weken ( $P = 0.016$ ). De resultaten van deze studie laten zien dat OKC training voor kniestickekkers veilig is en zelfs van toegevoegde waarde kan zijn voor patiënten met VKB letsel, mits rekening gehouden wordt met het gewicht dat ingesteld wordt

tijdens de oefeningen. Te hoog ingesteld gewicht kan volgens de onderzoekers wel schade toe richten aan het transplantaat, terwijl een te lage weerstand niet zal leiden tot beschadiging van het transplantaat maar ook geen stimulans zal zijn om de weerstand op te bouwen. Uit het artikel van Fleming *et al.* (2005) blijkt dat uit een directe vergelijking van de maximale voorste kruisband belasting tijdens OKC oefeningen en CKC oefeningen dat deze belasting gelijk is, alhoewel een toename van weerstand tijdens OKC oefeningen ook een toename geeft in krachten op de voorste kruisband terwijl dit niet voorkomt bij CKC oefeningen.

Het artikel van Tagesson *et al.* (2007), laat geen verschil in translatie zien voor- en na de revalidatieperiode met OKC oefeningen.

Een ander belangrijk item binnen de revalidatie na een VKB ruptuur is de terugkeer naar de activiteiten van het dagelijks leven (ADL) en sporthervatting. Er wordt vaak aangenomen dat CKC situaties voordelig zijn doordat de bewegingen veel overeenkomen met functionele bewegingen in sport en andere activiteiten van het dagelijks leven. (Mayer *et al.* 2003).

Uit het artikel van Mikkelsen *et al.* (2000), blijkt dat er een significant verschil zit in de grootte van de populatie die terugkeert naar hetzelfde sportniveau als voor de blessure. De revalidatiegroep die traint met zowel OKC als CKC keert eerder terug naar het oude sportniveau ( $P < 0.05$ ). Van de 22 patiënten in de CKC/OKC groep keerden 12 patiënten terug naar het sportniveau van voor de blessure tussen 1,0 – 7,5 maanden na de operatie. Acht patiënten hebben hun sportniveau aangepast naar een minder belastende sport vanwege angst voor nieuwe blessure, familiäre omstandigheden en andere persoonlijke redenen. Van de 22 patiënten in de CKC groep keerden slechts vijf personen terug naar hetzelfde sportniveau als van voor de blessure tussen de 3 en 9,5 maanden na de operatie. Ook wordt geconstateerd dat patiënten die alleen met CKC oefeningen revalideren problemen hebben met het herwinnen van effectieve quadriceps kracht, die nodig is om terug te kunnen keren naar het oude sportniveau.

Het onderzoek van Hooper *et al.* (2001) onderzoekt de effecten van OKC en CKC oefeningen op functionele activiteiten als lopen en traplopen. Aan de hand van loopanalyses wordt bepaald wat de mate van knieflexie en extensie is gedurende de verschillende fasen van het looppatroon. De resultaten van dit onderzoek laten zien dat tijdens het trap(op)lopen de buiging van de knie tijdens voetcontact significant verbeterd is in de OKC groep ten opzichte van de CKC groep ( $P < 0.05$ ). Alle andere onderzochte variabelen laten geen significant verschil zien tussen beide trainingsgroepen en geven volgens de auteurs geen reden om aan te nemen dat er verschil zit in functionele resultaten bij gebruik van OKC en/of CKC oefeningen. Dit onderzoek scoort 4/10 op de PEDro score.

In vier onderzoeken zijn vragenlijsten door de patiënten ingevuld om hun visie op de kniefunctie in kaart te brengen. In drie gevallen ging het om de Hughston Clinic Visual Analog Scale, eenmaal de Lysholm Score, Tegner Score, Questionnaires Evaluating Subjective Knee Function and Activity Level en de Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score, ofwel KOOS. Bij het onderzoek van Mikkelsen *et al.* (2000) wordt geen titel van de vragenlijst genoemd maar ook hier kwamen onderwerpen als huidige kniefunctie en fysieke activiteiten aan bod. Bij alle onderzoeken werden de testen meerdere malen afgenomen variërend van 2-4 keer verdeeld over de revalidatieperiode.

In twee van de vier onderzoeken kwamen de resultaten op hetzelfde neer. Er is duidelijke vooruitgang te zien tussen twee testmomenten maar geen verschillen tussen de OKC en CKC trainingsgroepen (Perry *et al.* 2005, Morrissey *et al.* 2009). In het onderzoek van Tagesson *et*

*al.* (2007), zijn wel duidelijke verschillen aan te geven. Zo is de gemiddelde uitkomst van de Lysholm aan het begin van de revalidatie in de OKC groep hoger dan in de CKC groep ( $P=0.009$ ) terwijl deze gelijk aan elkaar zijn na de revalidatie ( $P=0.826$ ). Dit geeft een grotere verbetering aan in de CKC groep ( $P=0.044$ ). Deze verschillen waren ook te zien op de subschalen functioneren dagelijks leven en functioneren in sport en recreatie van de KOOS vragenlijst (resp.  $P=0.031$  en  $P=0.015$ ). De Tegner score liet echter geen verschillen zien tussen beide groepen. Er waren geen verschillen in de subjectieve ervaringen van het effect van de fysiotherapie. Het onderzoek van Tagesson scoort 6/10 op de PEDro score. Het onderzoek Morrissey *et al.* (2002) kiest ervoor om alleen de eerste twee vragen en vraag 25 van de Hughston Clinic Questionnaire te gebruiken. Hierin wordt de patiënt gevraagd naar symptomen die zouden kunnen wijzen op het optreden van anterieure knie pijn. Er is geen significant verschil gevonden in de antwoorden op de pre- en postrevalidatie test in beide groepen (resp.  $P=0.66$ ,  $=0.94$  en  $P=0.49$ ).

## Conclusie

De beschreven onderzoeken geven geen eenduidig beeld van de voor- en nadelen van OKC oefeningen tijdens voorste kruisband revalidatie. In meerdere artikelen komt een grotere toename van quadriceps kracht als voordeel naar voren bij het gebruik van OKC oefeningen. Een ander voordeel dat voortkomt uit het onderzoek van Perry *et al.* (2005) is de snellere terugkeer naar sportniveau van de patiëntengroep die zowel CKC als OKC oefeningen aangeboden krijgen. In twee onderzoeken is een duidelijk verschil waarneembaar tussen beide trainingsgroepen als er gekeken wordt naar de terugkeer naar sportniveau en ADL. Het onderzoek waarbij CKC en OKC training gecombineerd is tegenover enkel CKC training laat hierbij de grootste verschillen zien in het voordeel van de gecombineerde therapie. De vragenlijsten die gebruikt zijn in de verschillende onderzoeken laten op enkele items significante verschillen zien in de subjectieve kniebeoordeling van de patiëntengroepen. Als nadelige effecten wordt alleen toename van laxiteit gevonden in één artikel, zie artikel Heijne en Werner (2007). Daar wordt als nadelig effect vastgesteld dat OKC oefeningen in de eerste maanden na een hamstringplastiek schade kan toe richten aan het transplantaat en kan zorgen voor een toename van laxiteit in de knie. Geen enkel artikel doet uitspraken over complicaties die opgetreden zijn bij patiënten tijdens de revalidatie en of deze in verband kunnen staan met de trainingvormen. Hier zal meer onderzoek naar gedaan moeten worden in de toekomst om een goede uitspraak over te kunnen doen. Ook de gevolgen van de eventuele laxiteit die op zou treden bij het gebruik van OKC oefeningen moet onderzocht worden op de langere termijn. Eventuele re-rupturen, overmatige artrose, etc. zouden kunnen wijzen op een belangrijk risico van OKC oefeningen.

## Discussie

Het onderzoek van Mikkelsen *et al.* (2000) laat zien dat een gecombineerde revalidatie, waarin zowel OKC als CKC oefeningen aan het bod komen, betere resultaten geeft ten aanzien van sporthervatting dan een revalidatietraject met alleen CKC oefeningen. Het is echter niet duidelijk of dit resultaat te danken is aan specifieke OKC oefeningen of aan het feit dat er gewoonweg meer oefeningen zijn aangeboden dan in de andere groep. Deze verschillen komen namelijk niet naar voren in onderzoeken waar een OKC groep vergeleken wordt met een CKC groep. Ook bij de uitkomsten gericht op een eventuele toename/afname van laxiteit zijn kanttekeningen te plaatsen. Zo laat het onderzoek van Morrissey *et al.* (2009) een afname van laxiteit zien na een revalidatieperiode van 6 weken met OKC oefeningen. Maar geeft het artikel tegelijkertijd aan dat 6 weken training een korte periode is waarin men

zich af moet vragen of dit wel lang genoeg is voor veranderingen in 'soft tissue' weefsel als de voorste kruisband. Ook bij de artikelen die geen toename/afname van laxiteit vinden, moet onderzoek over een langere termijn aanwijzen of deze verschillen nihil blijven. Daarnaast moet de geringe toename van laxiteit die gevonden is in het artikel Heijne en Werner (2007) in de toekomst uitwijzen of deze verschillen gevolgen hebben gehad voor het verdere functioneren van de knie. Eventuele gevallen van vroegtijdige, overmatige artrose of rupturen van het transplantaat zouden een aanwijzing kunnen zijn van een verhoogd risico bij het gebruik van OKC oefeningen.

## Literatuur:

Fleming BC, Oksendahl H, Beynnon BD

*Open- or closed-kinetic chain exercises after anterior cruciate ligament reconstruction?*

Exerc Sport Sci Rev 2005;33(3): 134-140

Heijne A, Werner S.

*Early versus late start of open kinetic chain quadriceps exercises after ACL reconstruction with patellar tendon or hamstring grafts: a prospective randomized outcome study*

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2007) 15:402-414

Hooper DM, Morrissey MC, Drechsler W, Morrissey D, King J.

*Open and closed kinetic chain exercises in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction.*

Am J Sports Med 2001 29: 167-174

Mayer F, Schlumberger A, Cingel R. van, Henrotin Y, Laube W, Schmidtbleicher D.

*Training and testing in open versus closed kinetic chain*

Isokinetics and Exercise Sc (IES) 11 (2003) 181-187

Mikkelsen C, Werner S, Eriksson E.

*Closed kinetic chain alone compared to combined open and closed kinetic chain exercises for quadriceps strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction with respect to return to sport: a prospective matched follow-up study*

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2000) 8:337-342

Morrissey MC, Drechsler W, Morrissey D, Knight PR, Armstrong PW, McAuliffe T.

*Effects of distally fixated versus nondistally fixated leg extensor resistance training on knee pain in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction*

Phys Ther 2002 volume 82 nr. 1

Morrissey MC, Perry MC, King JB.

*Is knee laxity change after ACL injury and surgery related to open kinetic chain knee extensor training load?*

Am J Phys Med Rehabil 2009;88:369-375

Perry MC, Morrissey MC, King JB, Morrissey D, Earnshaw P

*Effects of closed versus open kinetic chain knee extensor resistance training on knee laxity and leg function in patients during the 8- to 14-week post-operative period after anterior cruciate ligament reconstruction*

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2005) 13: 357-369

Tagesson S, Öberg B, Good L, Kvist J.

*A comprehensive rehabilitation program with quadriceps strengthening in closed versus open kinetic chain exercise in patients with anterior cruciate ligament deficiency*

Am J Sports Med 2009 36: 298-307

Internet:

[www.kniechirurgie.nl](http://www.kniechirurgie.nl)

[http://search.pedro.org.au/pedro/findrecords.php?-type=new\\_search](http://search.pedro.org.au/pedro/findrecords.php?-type=new_search)

