

**Zeitschrift:** Fisio active  
**Herausgeber:** Schweizer Physiotherapie Verband  
**Band:** 41 (2005)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Analyse raisonnée de la chaîne cinétique fermée dans la rééducation des ligamentoplasties LCA  
**Autor:** Chatrenet, Yves  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-929580>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 30.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Analyse raisonnée de la chaîne cinétique fermée dans la rééducation des ligamentoplasties LCA

Yves Chatrenet, MCMK, Physiothérapeute-chef, Centre de Rééducation de Sancellemoz, France.

# the

20

Physioactive 4/2005

Mots-clé:

**LCA, Rééducation, Chaîne cinétique fermée, Appui monopodal, Laxité**

## ABSTRACT

Closed kinetic chain for rehabilitation after ACL reconstruction is bringing multiple advantages. Nevertheless this technique can't be systematic. Facing either loose postero-medial tissues, injured posterior zone of medial meniscus or too important tibial slope, closed kinetic chain generate too much stress on the graft. Physiotherapists and surgeons must be aware of this contraindication.

Le travail en chaîne cinétique fermée (CCF) s'est rapidement imposé dans la rééducation de la ligamentoplastie pour son efficacité fonctionnelle au détriment de la chaîne cinétique ouverte (CCO), considérée dangereuse pour le transplant. Mais le fonctionnel est-il vraiment anodin? Et n'y-a-t'il aucun intérêt à solliciter la chaîne ouverte?

## INTRODUCTION

La rééducation des ligamentoplasties au cours de la dernière décennie a été largement influencée par l'utilisation de la chaîne cinétique fermée. L'effet délétère de la chaîne cinétique ouverte (CCO) avec résistance distale sur le greffon, comparé à la chaîne cinétique fermée (CCF) a été largement démontré ainsi que l'intérêt général de la CCF [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Malheureusement la comparaison CCO-CCF est toujours faite avec une résistance placée à l'extrémité distale en CCO, dont on connaît l'effet négatif depuis fort longtemps (Fig. 1). Elle est abandonnée en Europe dans les milieux spécialisés de rééducation depuis les années 1980 [9, 10] au profit d'une résistance proximale. Or en CCO, la rééducation du quadriceps pratiquée avec une résistance proximale et avec du matériel adapté n'entraîne pas de mise en étirement important du greffon (Fig. 2).

*La CCF constitue une approche fonctionnelle dont les principaux avantages sont:*

- la mise en jeu d'un ensemble musculaire synergique (chaîne musculaire d'extension) intégrant principalement le quadriceps, les ischio-jambiers, le triceps et le grand fessier. Le développement de cette coordination musculaire est largement souhaitable et les informations sensorielles qu'elle procure sont autant d'atouts favorables à une récupération fonctionnelle plus rapide;
- l'équilibrage des tensions musculaires négatives (quadriceps, gastrocnémiens) par des tensions protectrices (ischio-jambiers, soléaire);
- une stabilité articulaire fémoro-tibiale par compression [6].

La CCF ne saurait pour autant être une panacée universelle pour le renforcement musculaire des ligamentoplasties. En effet, les lésions associées des formations postéro-médiales, les lésions du ménisque médial et en particulier de son segment postérieur, ainsi que les morphotypes à pente tibiale exagérée

[11, 12, 13] constituent des contre-indications au renforcement musculaire en CCF. Ces prédispositions favorisent le recul des condyles sur le tibia (Fig. 3), aboutissant à une situation de tension sur le greffon proche de la CCO avec charge distale qui, elle, est unanimement condamnée (Fig. 1). Ces situations auxquelles le rééducateur doit être attentif, sont malheureusement trop souvent occultées dans les descriptions de la CCF.

## MÉTHODE

En présence de ces tableaux cliniques, les techniques de récupération musculaire en situation monopodale paraissent devoir être différées au moins au-delà des trois premiers mois (rééducation proprioceptive monopodale, squats, montée normale d'escaliers) [14]. Leur application plus précoce entraîne une sollicitation en étirement du greffon avec une déformation plastique préjudiciable à l'avenir ménisco-cartilagineux du genou. Cette nécessité de la rééducation peut être facilement détectée en pré-opératoire par un cliché de profil en appui monopodal avec un port de charge de 10 kg et tronc redressé. Si la translation est présente, les tensions musculaires entraîneront en post-opératoire un effet d'allongement de la greffe sur les appuis monopodaux soutenus lors de la rééducation (Fig. 3). Si le profil est aligné ou proche de l'alignement, aucune précaution particulière ne sera prise sur cet appui et la rééducation en CCF pourra se faire précocement (Fig. 4 et 5).

La pratique de la chaîne cinétique fermée dans la rééducation musculaire appelle d'autres commentaires. L'inclinaison du tronc détermine des résultats électro-myographiques variables pour l'activité des ischio-jambiers [6, 15]. En effet, cette inclinaison détermine d'une part une action protectrice du greffon par retenue du tibia, avec la mise en tension des ischio-jambiers muscles biarticulaires, et d'autre part le recrutement supérieur du grand fessier. Celui-ci en augmentant sa participation dans la chaîne d'extension diminue celle des autres

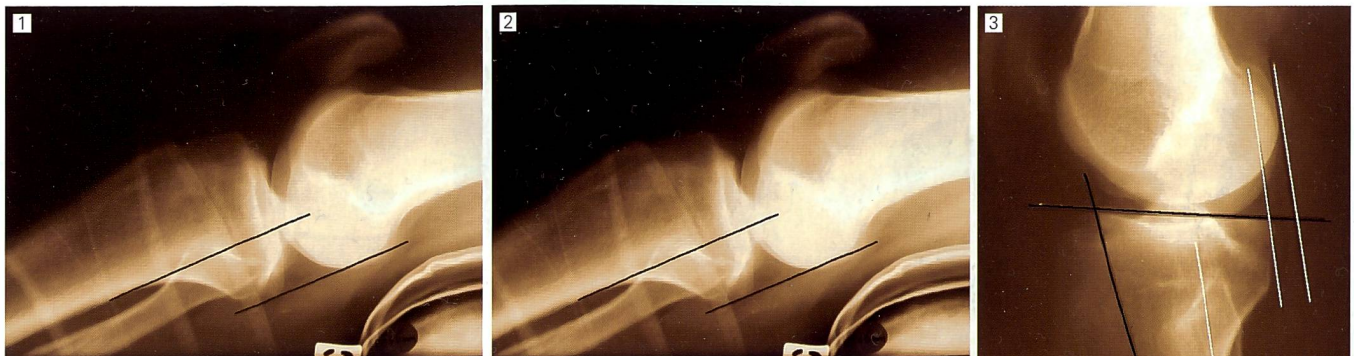


Fig. 1: Mesure de la laxité antérieure en CCO avec contraction quadricipitale maximale avec résistance distale.

L'importante laxité antérieure contre-indique ce type de rééducation.

Fig. 2: Mesure de la laxité antérieure en CCO du même sujet que figure 1 avec contraction quadricipitale maximale

avec résistance proximale. Avec une assise ferme offrant un bon contre-appui la laxité est négligeable.

Fig. 3: Mesure de la laxité antérieure en CCF du même sujet que la figure 1 en appui monopodal sur un genou à

forte pente tibiale et lésions des formations postéro-médiales. L'importante laxité contre-indique la rééducation.

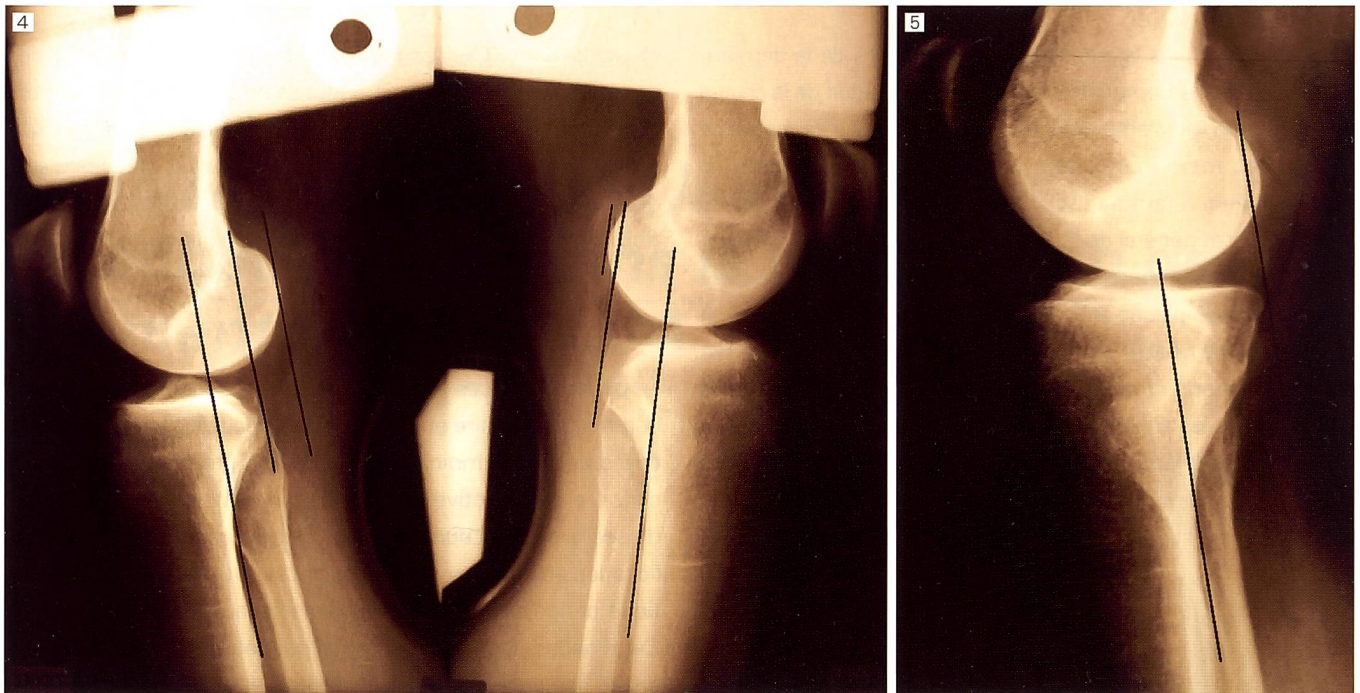


Fig. 4: Laxité passive comparative du genou droit et gauche sous contrainte par système Telos. L'absence de LCA sur le genou à gauche se traduit par une avancée importante du tibia sous le fémur.

Fig. 5: Mesure de la laxité du même sujet que figure 4 en appui monopodal avec port de charge 10 kg. La stabilisation active par les muscles péri-articulaires autorise une rééducation en CCF en appui monopodal.

maillons en particulier du quadriceps d'autant plus que le droit fémoral (droit antérieur) est détendu. Il est ainsi possible en rééducation d'augmenter ou de diminuer la part des ischio-jambiers ou du quadriceps avec ce type d'exercice en fonction par exemple des différents prélèvements.

Cette modalité de travail en CCF tronc incliné est donc largement préconisée dans la récupération musculaire pendant la phase précoce (duck standing et presse horizontale [Fig. 6]) et pour la reprise de la CCF chez les patients présentant les contre-indications sus-citées (Fig. 7). La reprise de la montée

des escaliers est également conseillée avec inclinaison du tronc pour protéger le transplant.

Inversement, le redressement du tronc minimise l'activité des ischio-jambiers, laissant alors le soléaire, en tirant le tibia en arrière, assumer seul la composante musculaire protectrice du transplant. La récupération et le renforcement du soléaire avec un minimum de participation des gastrocnémiens (jumeaux) (flexion plantaire en CCF par élévation résistée du tibia avec genou fléchi [Fig. 8]) sont donc un bon préalable à la récupération musculaire dans les ligamentoplasties.

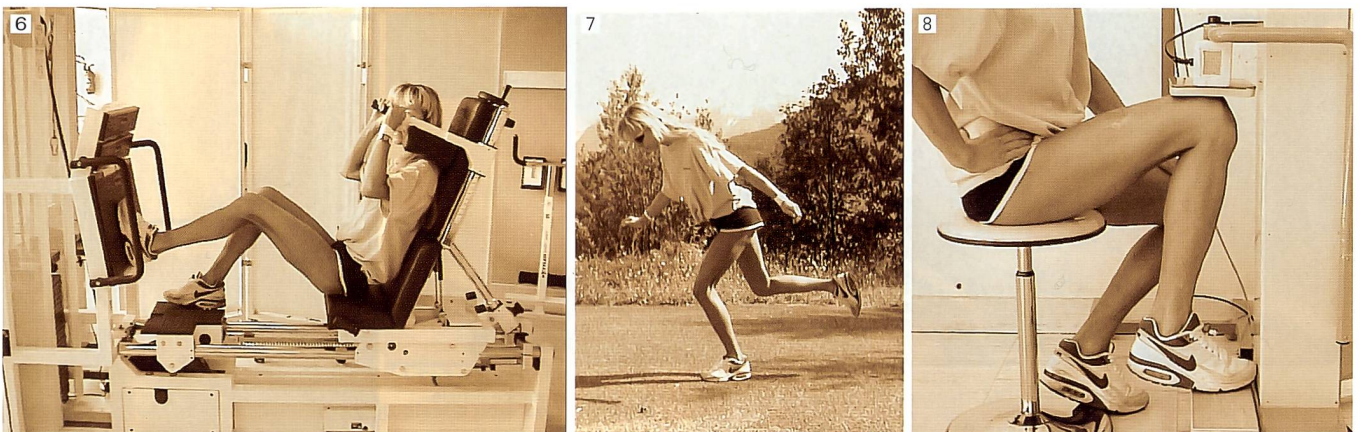


Fig. 6: Rééducation en CCF sur presse. Le redressement du dossier permet une participation plus importante des ischio-jambiers et une diminution de celle du droit fémoral.

Fig. 7: Travail en CCF tronc incliné permettant une sollicitation maximale des ischio-jambiers.

Fig. 8: Travail du soléaire en CCF. La force développée est mesurée par capteur de force.

On constate même pour les ligamentoplasties avec prélèvement sur l'appareil extenseur ou le fascia-lata, une perte précoce du potentiel musculaire des ischio-jambiers de l'ordre de 40 pour cent [16]. Leur récupération, pour être rapide et efficace, doit débuter dès les premiers jours par des exercices statiques en CCO sans contre-indication avec les lésions méniscales postérieures régularisées et les lésions capsulo-ligamentaires postéro-médiales comme c'est le cas en CCF. Ce travail musculaire est appliqué selon des sollicitations entraînant des contraintes histologiques, métaboliques et neurologiques en phase avec les connaissances physiologiques actuelles [17]. Par contre le prélèvement sur ces muscles (DI-DT) nécessite plus de prudence et de délai.

La CCO doit conserver une place dans la récupération musculaire car il n'existe pas de corrélation parfaite entre les mesures musculaires de CCF et celles du quadriceps et des fléchisseurs en CCO [18]. Il est ainsi difficile d'identifier le groupe musculaire pour lequel la prédominance de la récupération doit porter. D'autre part, la pression articulaire fémoro-tibiale est moins importante [6] et peut présenter un avantage en présence d'une fragilité méniscale (suture). Savoir utiliser cette modalité de travail musculaire avec une parfaite adaptation technologique et de justes indications nous semble indispensable dans le choix maîtrisé de la rééducation.

## CONCLUSION

La rééducation en CCF présente dans la majorité des cas des avantages mécaniques et neuro-musculaires. Il existe néanmoins des contre-indications à l'appui monopodal que les chirurgiens et rééducateurs doivent connaître. Celles-ci sont facilement identifiables par un cliché pré-opératoire de profil en appui avec port de charge.

Les modalités pratiques d'utilisation de la CCF (pied au sol ou sur presse horizontale) doivent être raisonnées avec la mise en prédominance ou non des ischio-jambiers, du quadriceps ou du triceps par l'inclinaison du tronc et le type d'appui plantaire.

Le travail du quadriceps et de fléchisseurs du genou en CCO (avec localisation correcte des résistances) doit garder une place dans la rééducation des ligamentoplasties du LCA. Sa complémentarité avec la CCF offre une dimension supérieure à la rapidité et qualité de la récupération.

## RÉFÉRENCES

1. BLACKBURN JR, MORRISSEY MC. The relationship between open and closed kinetic chain strength of the lower limb and jumping performance. *JOSPT* 1998; 27: 430-5.
2. BYNUM EB, BARRACK RL, ALEXANDER AH. Open versus closed chain kinetic exercises after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sport Med* 1995; 23: 401-6.
3. FUFH, WOO SL-Y, IRRGANG JJ. Current concepts for rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *JOSPT* 1992; 15: 270-8.
4. JENKINS WL, MUNNS SW, JAYARAMAN G, WERTZBERGERK, NEELY K. A measurement of anterior tibial displacement in the closed and open kinetic chain. *JOSPT* 1997; 26: 49-56.
5. PALMITIER RA, AN KN, SCOTT SG, CHAO EYS. Kinetic chain exercise in knee rehabilitation. *Sports Med* 1991; 11: 402-13.
6. WILK KE, ESCAMILLA RF, FLEISIG GS, BARRENTINE SW, ANDREWS JR, BOYD ML. A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyographic activity during open and closed kinetic chain exercises. *Am J Sport Med* 1996; 24: 518-27.
7. YACK HJ, COLLINS CE, WHIELDON TJ. Comparison of closed and open kinetic chain exercise in the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sport Med* 1993; 21: 49-53.
8. LEBLAY G. Travail en chaîne cinétique fermée (CCF) et en chaîne cinétique ouverte (CCO) In: *Actualités dans la rééducation* Epaule, Genou, Cheville, Lyon, ALRM; 1997; 61-7.
9. DUFOUR MICHEL C (1982). Résultats des plasties ligamentaires selon une technique modifiée de l'opération de Kenneth-Jones. Thèse médecine, Lyon.
10. RIGAL F, DEJOUR H, CHAMBAT P, FAILLARD JP, DUBERNARD F. Arthroplastie de Kenneth-Jones et rééducation. *Ann Kinésithér* 1983; 10: 307-12.
11. BONNIN M (1990). La subluxation tibiale antérieure en appui monopodal dans les ruptures du L.C.A. Etude clinique et bio-mécanique. Thèse médecine, Lyon.
12. PAPAGEORGIOU CD, GIL JE, KANAMORI A, FENWICK JA, WOO SL-Y, FU FH. The biomechanical interdependence between the anterior cruciate ligament replacement graft and the medial meniscus. *Am J Sport Med* 2001; 29: 226-31.
13. SHOEMAKER SC, MARKOLF KL. The role of the meniscus in the anterior-posterior stability of the loaded anterior cruciate-deficient knee *J Bone Joint Surg* 1986; 68 A: 71-9.
14. CHATRENET Y, LEMOINE J (1993). L'appui monopodal en rééducation proprioceptive dans la chirurgie du L.C.A. In: *Les journées de la société dauphinoise de médecine du sport*, Grenoble.
15. KVIST J, GILLQUIST J. Sagittal plane knee translation and electromyographic activity during closed and open kinetic chain exercises in anterior cruciate ligament-deficient patients and control subjects. *Am J Sport Med* 2001; 29: 72-82.
16. CHATRENET Y (1988). Mesures des pertes de force musculaire après chirurgie du LCA. Analyse comparative selon les différents types d'intervention. In: *Les instabilités antérieures du genou*, Lyon, Gerf, 1-8.
17. CHATRENET Y, KERKOUR K (1996). Rééducation des lésions ligamentaires chez le sportif. Paris: Masson.
18. IDO G, FICHEUX G, HEULEU JN. Etude comparative sur Cybex 6000 chaîne cinétique ouverte et Aris-tokin (chaîne cinétique fermée) sur 26 sujets sains. Approche dans la rééducation des genoux ligamentaires. In: *Rééducation 1999*, Paris; Expansion scientifique française: 1999: 98-106.

## FISIO-CRITICAL APPRAISED TOPIC (CAT)

### RÜCKENSCHULE BEI 9- BIS 10-JÄHRIGEN SCHULKINDERN

#### Frage

Reduziert eine sechsmalige, einstündige, im Intervall von einer Woche durchgeführte Rückenschule das Auftreten von Rücken- und Nackenschmerzen bei 9- bis 10-jährigen Schulkindern?

#### Studiendesign

Randomisierte kontrollierte Studie. Aus 20 Klassen, in denen ein Rückenschulprogramm durchgeführt wurde, wurden zufällig eine Anzahl Klassen für die Untersuchung ausgewählt. Für die Kontrollgruppe wurde zufällig aus drei Schulen (18 Klassen), an denen kein Rückenschulprogramm eingeführt wurde, eine Anzahl Klassen ausgewählt. 347 Kinder waren in der Interventions-, 349 in der Kontrollgruppe.

#### Resultate

Signifikanter Rückgang der Prävalenz von Rückenschmerzen in der Interventionsgruppe von 31.9 Prozent auf 23.3 Prozent (Kontrollgruppe 28.1 Prozent auf 29.9 Prozent). Zu jedem Zeitpunkt waren 32.4 bis 43 Prozent der Beschwerden cervical lokalisiert, 20.1 bis 30.4 Prozent im oberen Rücken, 15.8 bis 21.4 Prozent lumbal und 19.2 bis 20.3 Prozent der Schüler gaben kombinierte Beschwerden an. Versteckte Kamera: signifikante Verbesserung der Interventionsgruppe für die Haltung beim Verschieben von Objekten, Bücken beim Heben, Haltung beim Ablegen eines schweren Objekts und beim Verschieben eines Objekts. Auch die Summe aller praktischen Tests war signifikant besser in der Interventionsgruppe. Keine signifikanten Unterschiede gab es bei der Haltung beim Schuhebinden, beim Aufheben eines leichten Objekts, beim Sitzen und beim Gebrauch eines «ring binder». Praktische Tests: Signifikant bessere Werte in der Interventionsgruppe nach 3 Monaten und nach einem Jahr.

#### LITERATUR

CARDON GM, DE CLERCQ DLR, DE BOURDEAUDHUIJ IMM (2002). Back Education Efficacy in Elementary Schoolchildren. A 1-Year Follow-Up Study. *Spine* (27) 3: 299–305.

## ERGONOMIE-TRAINING

#### Frage

Verringert ein umfassendes Ergonomie-Training (engl. Functional Restoration, FRP, oder Work Hardening) die Krankheitstage im Vergleich zu einer individuellen Physiotherapie (AIT)?

#### Studiendesign

Randomisierte kontrollierte Studie

#### Resultate

Resultate nach 6 Monaten (Auszug)

Messung	Therapie		Therapie		p<0.05
	FRP	SD	AIT	SD	
Krankheitstage	28.7	44.6	48.3	66.0	0.12
Rückkehr zu Arbeit in der ersten Woche (%/n)					
	69.2/39		66.7/36		
Fingerbodenabstand	2.2	9.7	6.2	11.2	0.10
Sörensen-Test	150.5	65.6	119.3	65.7	0.04
PILE-Test 0–100	35.1	12.6	33.7	12.7	0.04
Ausdauer (kJ)	92.7	49.3	66.3	36.7	0.01
VAS (0–10)	3.1	2.5	4.1	2.8	0.16

Nach Anpassung der Daten an den Umstand, dass mehr Patienten in der individuellen Physiotherapiegruppe an einem ergonomischen Schulungsprogramm an ihrem Arbeitsplatz teilnahmen, fanden sich bei der Nachuntersuchung 6 Monate nach Therapieabschluss signifikant geringere Krankheitstage in der Gruppe mit Ergonomie-Training. Schmerzintensität, Lebensqualität, psychologische Charakteristiken und Nutzung des Gesundheitssystems waren nicht signifikant unterschiedlich.

#### LITERATUR

JOUSSET N, FANELLO S, BONTOUX L, DUBUS V, BILLABERT C, VIELLE B, ROQUELAURE Y, PENNEAU-FONTBONNE D, RICHARD I (2004). Effects of functional restoration versus 3 hours per week physical therapy: a randomized controlled study. *Spine*. 2004 Mar 1; 29 (5): 487–93; discussion 494.

Unter [www.fidos.fisio.org](http://www.fidos.fisio.org) können Zusammenfassungen von wissenschaftlichen Studien (CAT-Critical Appraised Topic) aus der Physiotherapie abgerufen werden. In loser Reihenfolge werden Ausschnitte aus diesen CAT im FISIO Active veröffentlicht.