



# *Studio Professionale di Chinesiologia*



---

---

*Centro di Recupero Motorio*

---

---

## **Effetti biomeccanici della rieducazione in catena cinetica aperta e chiusa sulla traslazione tibiale anteriore.**

**Stefano Becchi**

**Laureato in Scienze Motorie, Chinesiologo, MFT - Parma**

Lo stato dell'Arte della riabilitazione del ginocchio dopo ricostruzione del Legamento Crociato Anteriore,



si caratterizza per 3 criteri fondamentali:

- **carico immediato se tollerato**
- recupero immediato della articolari  e della iper-estensione nell'immediato post-operatorio
- recupero precoce del quadricipite

Rispetto al passato, e soprattutto rispetto ai principi riabilitativi che la scuola francese nel corso degli anni 80-90 ci ha trasmesso come veri e propri dogmi e vale a dire:

- proscrizione del carico per almeno 60 gg.
- proscrizione dell'estensione completa per almeno 60-90 gg.
- proscrizione dell'uso del quadricipite per almeno 90 gg.,

si evince come siano stati ribaltati completamente gli obiettivi della riabilitazione post-chirurgica dopo ricostruzione dell'LCA.

Indubbiamente ci    potuto avvenire solo grazie alla lungimiranza di diversi autori d'oltre oceano, per citarne solo alcuni: Shelbourne, Andrews, Henning, Nitz, Noyes, Beynnon, Bynum,

Wilk, che mandando completamente disattese le indicazioni della scuola francese, hanno intuito che non poteva esserci recupero adeguato se non con un precoce recupero articolare-muscolare-proprioceettivo e con un precoce carico .

Quindi la qualità del recupero risulta essere direttamente correlata alla velocità del ripristino della completa funzionalità.

Un grande aiuto in questo senso ci è venuto anche grazie a nuove opportunità e innovazioni tecnologiche in fatto di attrezzature dedicate alla riabilitazione:



Tutto ciò ha fatto sì che si possa attualmente fornire ai nostri utenti-pazienti una prestazione professionalmente molto elevata.

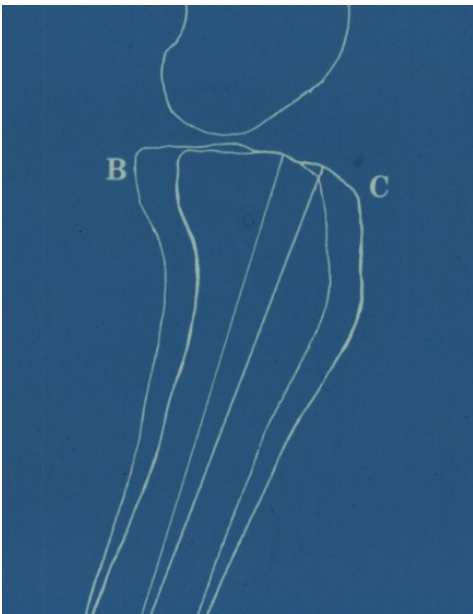
Entrando nel dettaglio dell'argomento del presente lavoro, un esercizio può essere effettuato in tre differenti modalità:

- **Isometrico**: resistenza fissa e assenza di movimento
- **Isotonico**: resistenza fissa e velocità variabile
- **Isocinetico**: resistenza adattabile e velocità costante

Può essere altresì effettuato in:

- **Catena Cinetica Chiusa**: arto in appoggio
- **Catena Cinetica Aperta**: arto in sospensione

Sappiamo che gli esercizi di recupero degli estensori (quadricipite), in catena cinetica aperta, determinano un aumento della TTA (traslazione tibiale anteriore),



la quale può determinare un aumento di tensione sul trapianto e quindi una eventuale rottura .

Lo studio biomeccanico della traslazione tibiale anteriore in catena cinetica chiusa e aperta ha determinato negli ultimi anni un diverso atteggiamento riabilitativo nella patologia del ginocchio, soprattutto per ciò che riguarda l'introduzione precoce dell'uso del quadricipite, senza per questo pregiudicare l'integrità del trapianto.

Numerosi studi di biomeccanica hanno dimostrato che il lavoro in catena cinetica chiusa incrementa la compressione e decrementa la forza di traslazione, mentre in catena cinetica aperta avviene il fenomeno opposto.

Inoltre attraverso l'uso di un elettrogoniometro e con EMG, è stato confermato che il lavoro in catena cinetica chiusa determina meno traslazione tibiale anteriore rispetto a quello in catena aperta.

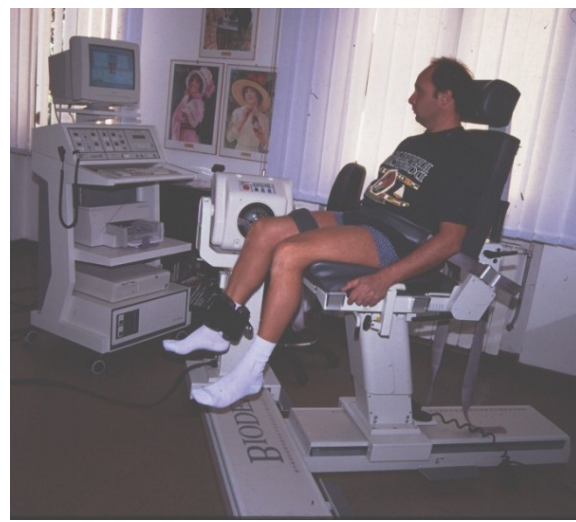
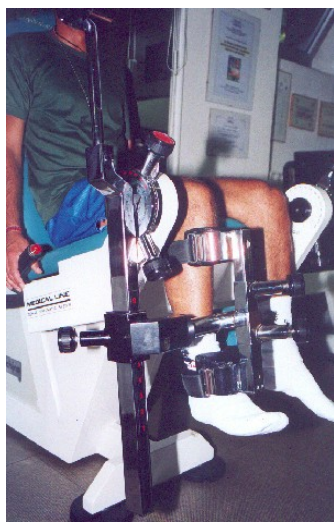
Ma soprattutto attraverso la valutazione dell'attività elettromiografica dei vari gruppi muscolari durante i due tipi di esercizi si evince che la compressione articolare della catena

chiusa e la simultanea attivazione del quadricipite e del gastrocnemio, sembrano essere un importante meccanismo di incremento della stabilità del ginocchio.

Ciò porta ad auspicare, fin dall'immediato post-operatorio, il carico precoce e il lavoro per il quadricipite in catena cinetica chiusa, in quanto ciò non aumenta la T.T.A..

Nel nostro lavoro si vuole dimostrare come sia possibile, e con quali accorgimenti, lavorare in modo concentrico in flessione-estensione contro resistenza anche in catena cinetica aperta.

Sono stati confrontati due tipi di movimento, in catena cinetica chiusa (leg-press Air-Machine Medical Line - Cesena e Isostep Biodex Shirley N.Y. - Usa, e Seteco Pieve di Cento - Bologna) e in catena cinetica aperta (leg-extension - Air-Machine e Biodex System 3 - Biodex), sono stati valutati altresì i risultati nel senso della T.T.A., con il KT1000.



***Catena cinetica aperta***

*Leg-extension con appoggio distale e prossimale*

*Biodex System 3*



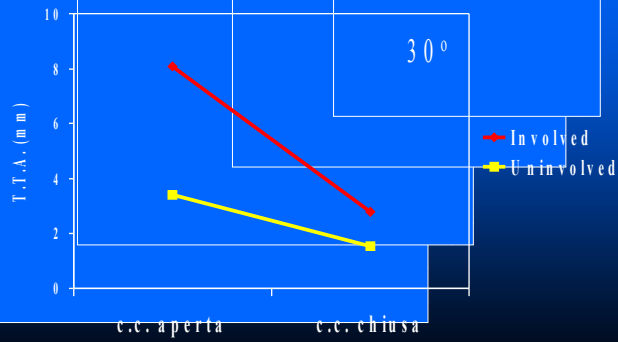
***Catena cinetica chiusa***

*Leg-press*

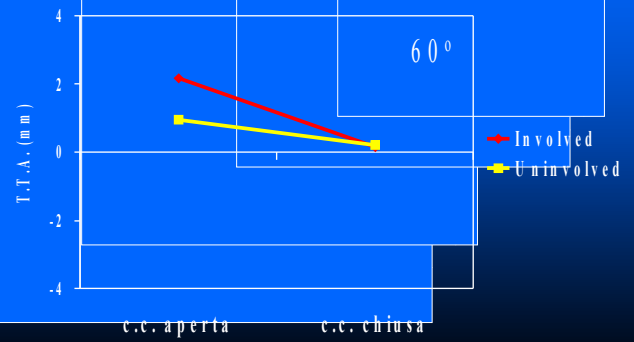
*Isostep*

Si è ottenuto che la massima traslazione tibiale anteriore avviene in catena cinetica aperta a 30° di flessione, mentre a 60° si può lavorare anche in catena cinetica aperta raggiungendo una T.T.A. massima simile a quella della catena cinetica chiusa a 30°.

T.T.A. IN CATENA CINETICA CHIUSA E APERTA A 60° E 30° DI FLESSIONE  
*comparazione "involved /uninvolved"*

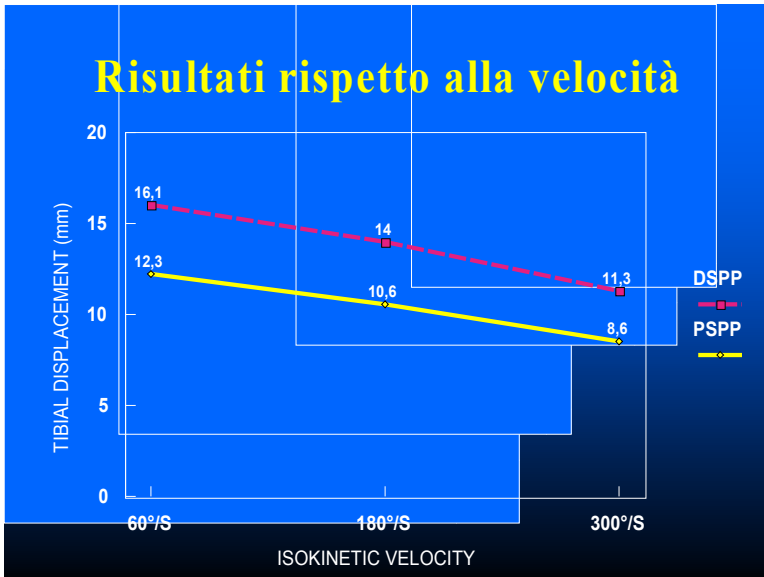


T.T.A. IN CATENA CINETICA CHIUSA E APERTA A 60° E 30° DI FLESSIONE  
*comparazione "involved /uninvolved"*

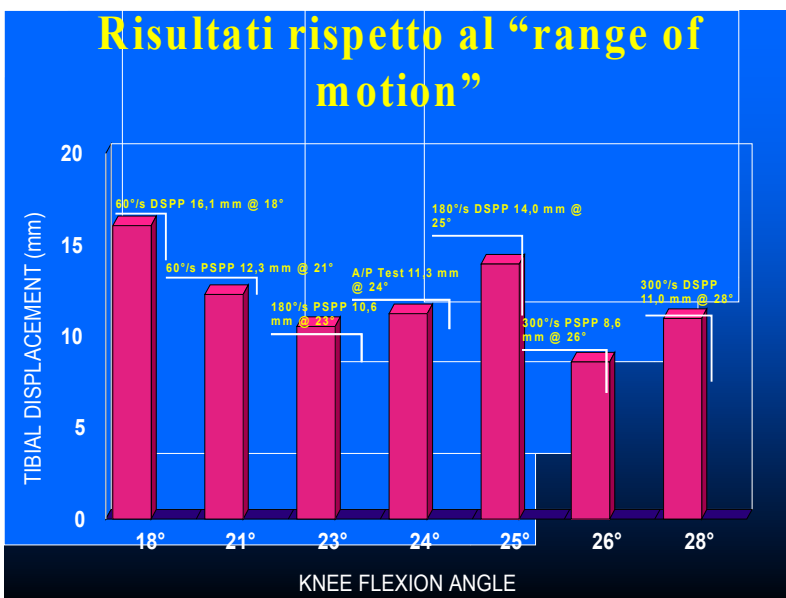


E' stato altresì dimostrato come ottimizzare il lavoro in catena cinetica aperta per il quadricipite riguardo alla velocità angolare isocinetica, all'angolo di flessione e all'appoggio, minimizzando nel contempo la T.T.A..

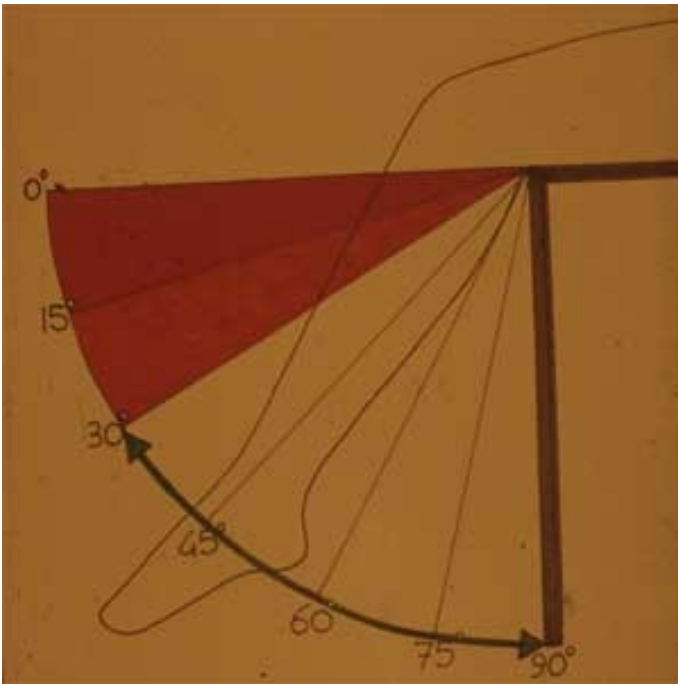
Secondo la velocità angolare, si è raggiunto la massima T.T.A. a basse velocità con appoggio distale, mentre la minima T.T.A. si è ottenuta alle alte velocità con appoggio prossimale.



Secondo l'angolo di flessione, si è raggiunto la massima T.T.A. in angoli prossimi all'estensione e con appoggio distale, mentre la minima T.T.A. si è evidenziata sotto i 30° e con appoggio prossimale.



Ciò conferma quello che già molti autori in passato avevano osservato e cioè che la massima traslazione tibiale anteriore avviene negli ultimi 30° di estensione durante un esercizio per il quadricipite contro resistenza e soprattutto con appoggio distale.



In conclusione possiamo affermare che gli esercizi in Catena Cinetica Chiusa producono meno stress sul neo-legamento rispetto a quelli in Catena Cinetica Aperta, permettono la maturazione ottimale del trapianto, diminuiscono lo stress sulla femoro-rotulea e sono meglio accettati dal paziente.

E' altresì provato che, in riferimento alla TTA e al dolore, non ci sono significative differenze nel lavoro effettuato nell'immediato post-operatorio nelle due diverse modalità, purchè l'esercizio in Catena Cinetica Aperta avvenga con uno stretto controllo di:

- R.O.M. (escursione articolare)
- Velocità di esecuzione
- **Intensità e posizionamento dei carichi**

Tutto ciò si traduce nella possibilità di eseguire esercizi precoci per il quadricipite in catena cinetica aperta, già nell'immediato post-operatorio, purchè effettuati con:

- bassi carichi
- basse velocità angolari isotoniche
- alte velocità angolari isocinetiche
- escursioni articolari limitate (90-40°)
- anti-shear (appoggio prossimale)

Con questi accorgimenti adottiamo un protocollo funzionale accelerato, sia in catena cinetica chiusa che in catena cinetica aperta, con la certezza di evitare stress sul neo-legamento e quindi rischi di fallimento del trapianto.





## Bibliografia

1. Arms SW, Pope MH et al.: The Biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. *AJSM* 12, 8-18 1984.
2. Becchi S., A.Ampollini et al.: Riabilitazione dopo ricostruzione del legamento crociato anteriore. *Fisioterapista* nr.4, 51-59, 1999.
3. Becchi S., Pisano F., Adravanti P., Affanni M., Solinas S., : Protocollo riabilitativo delle lesioni legamentose del ginocchio trattate chirurgicamente. *I.J.S.T.* 9, 207-220, 1987.
4. Becchi S., Adravanti P., Ampollini A., Lagnerini L., Pisano F.,: Nuove prospettive riabilitative nel trapianto con il tendine rotuleo nelle lassità croniche anteriori del ginocchio. *Atti 16° Congresso nazionale SIMFER*, vol.2, 513-517, 1988.
5. Beynnon B. et al.: The Strain Behavior of the Anterior Cruciate Ligament During Squatting and Active Flexion-Extension. A Comparaison of an open and a Closet Kinetic Chain Exercise. *AJSM* 25, 823-829, 1997.
6. Beynnon BD., Braden C.: Anterior Cruciate Ligament Strain Behavior During Rehabilitation Exercises In Vivo. *AJSM*, 23, 24-34, 1995.
7. Blackburne TA: Rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries, *Orthop. Clin. North Am.* 16, 2, 1985.
8. Bynum BE., et al.: Open Versus Closed Chain Kinetic Exercise After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, *AJSM* 23, 401-405, 1995.
9. Gross MT., Tyson AD. et al.: Effect of Knee Angle and Ligament Insufficiency on Anterior Tibial Traslation during Quadriceps Muscle Contraction: A preliminary report. *JOSPT* 17, 133-143, 1993.
10. Henning C., Lynch MA., and Glick K.: An in -vivo strain gauge study of elongation of the anterior cruciate ligament. *AJSM* 13, 22-26, 1985.
11. Hopper D., Matthew C. et al.: Open and Closed Kinetic Chain Exercises in the early Period after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, *AJSM* 29, 167-174, 2001..
12. Jenkins WL., Munns SW., et al.: A Measurement of Anterior Tibial Displacement in the Closed And Open Kinetic Chain. *JOSPT* 25, 49-56, 1997.
13. Kvist J, Gillquist J.: Sagittal Plane Knee Traslation and Electromyographic Activity During Closed and Open Kinetic Chain Exercises in ACL-Deficient Patients and Control Subjects, *AJSM* 29, 72-81, 2001.
14. Noyes FR., Barber S.D.: The effect of Rehabilitation and Return to Activity on Anterior-Posterior Knee Displacements after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *AJSM* 21, 264-270, 1993.
15. Shelbourne KD., and Nitz P.: Accelerate rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *AJSM* 18, 292-299, 1990.
16. Shelbourne KD., Klotwyk TE., et al.: Ligament Stability Two to Six Years After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Autogenous Patellar Tendon Graft and Partecipation in Accelerated Rehabilitation Program. *AJSM* 23, 575-579, 1995.
17. Solomonow M., Hirokawa S., et al.: Anterior-posterior and rotational displacement of the tibia elicited by quadriceps contraction. *AJSM* 20, 299-306, 1992.
18. Wilk KE., Andrews JR., et al.: A Comparison of Tibialfemoral Joint Forces and Electromyographic Activity During Open and Closed Kinetic Chain Exercise, *AJSM* 24, 518-527, 1996.
19. Wilk KE., Andrews JR.: The effects of Pad Placement and Angular Velocity on Tibial Displacement during Isokinetic Exercise. *JOSPT* 17, 24-30, 1993.