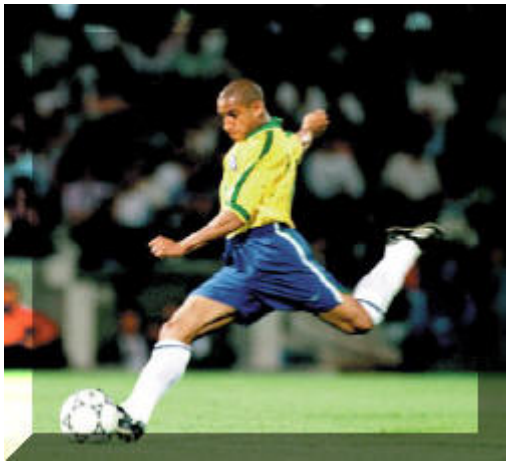
RIABILITAZIONE DEL GINOCCHIO - METODO TRADIZIONALE

a cura di Piero Faccini, Sabrina Zanolli



Introduzione

Il ginocchio è sicuramente l'articolazione che nell'ultimo ventennio ha goduto dei maggiori vantaggi derivanti dai progressi delle tecniche chirurgiche utilizzate per la riparazione dei suoi costituenti anatomici; non altrettanto significative sono state le innovazioni nell'ambito della riabilitazione dopo trattamento chirurgico al punto che, sino a pochi anni orsono dopo una ricostruzione, i programmi di riabilitazione erano iperprotettivi e caratterizzati da un periodo di immobilizzazione dell'arto di almeno 6 settimane, nel convincimento che in tal modo si potesse garantire una ottimale cicatrizzazione del trapianto.

Tuttavia, gli effetti non favorevoli di un prolungato periodo di immobilizzazione sulla cartilagine articolare, sui legamenti, sulle strutture capsulari e sulla muscolatura dell'arto inferiore, hanno di fatto valorizzato il concetto opposto, vale a dire quello di una precoce mobilizzazione del ginocchio,attraverso metodiche riabilitative sempre più aggressive.

Alcuni di questi interventi, come la mobilizzazione passiva precoce, l'immediata concessione dell'estensione passiva, il carico completo in deambulazione entro il primo mese, non solo hanno ridotto la percentuale di complicanze quali rigidità o gravi ipotrofie, ma sono stati anche riconosciuti come elementi in grado di favorire un miglior processo riparativo del neo-legamento.

Ancora oggi, tuttavia, non è chiaramente codificata la quantità di esercizio fisico che può essere utilizzato per la riabilitazione di un ginocchio operato per evitare che, stress eccessivi sul neo-legamento, possano indurre il fallimento del trapianto.

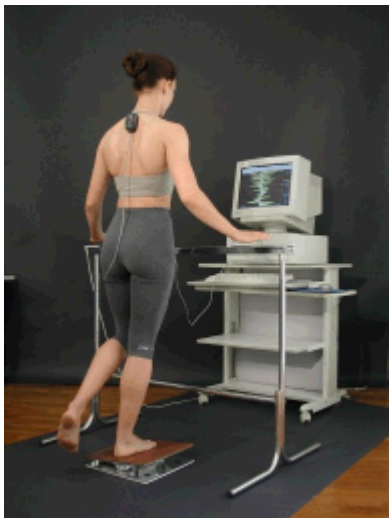
Va ricordato che i pochi studi che hanno seguito l'andamento del processo di cicatrizzazione e maturazione del trapianto sono stati condotti prevalentemente su animali; è noto che il neo-legamento è molto forte non appena impiantato e si indebolisce progressivamente fino al secondo mese, quando inizia il suo processo di rivascolarizzazione, che si completa all'incirca al quarto mese.

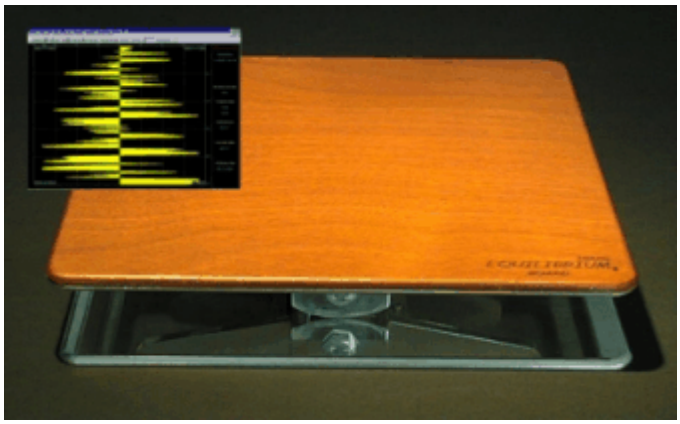
Da questo momento in poi prosegue un costante processo di rimodellamento del trapianto fino alla fine del periodo di "ligamentizzazione" che si verifica più o meno intorno al dodicesimo mese.
Anche dopo la completa maturazione, il comportamento biomeccanico del neolegamento non sarà mai completamente comparabile ad una condizione di normalità; basti a tal fine ricordare il convincimento di alcuni Autori per i quali la resistenza del neo-legamento dopo un anno non è superiore al 52% rispetto a quella originaria.
Prima di definire idoneo un protocollo riabilitativo si dovrebbero conoscere gli effetti del programma stesso sul comportamento biomeccanico del trapianto.
Interessanti contributi conoscitivi in materia, sono stati di recente offerti da molti studi. Beynnon et coll. hanno inserito un trasduttore di carico nel legamento crociato anteriore di soggetti sani e sottoposti ad esercizi di riabilitazione dimostrando un aumento dei valori di tensione del LCA in rapporto alla posizione del ginocchio e al tipo di contrazione muscolare effettuata.
Per esempio, la contrazione isometrica del quadricipite effettuata a 15° ed a 30° di flessione determina un aumento significativo dei valori di tensione del LCA.
Anche la contrazione simultanea del quadricipite e dei muscoli flessori a 15° di flessione del ginocchio determina un aumento de1la tensione del legamento, che invece è assente con lo stesso esercizio agli angoli di 30°-60°-90° di flessione.
Aumenti considerevoli dei valori di tensione sono stati dimostrati durante il movimento che va dalla flessione alla massima estensione del ginocchio. In maniera analoga con l'applicazione di un peso di due chilogrammi alla caviglia durante il movimento di flesso-estensione si determina un aumento significativo nella tensione del LCA a 10°-20° di flessione rispetto alla stessa attività svolta senza l'applicazione dei pesi.
In questi ultimi anni durante la fase iniziale di cicatrizzazione del trapianto di LCA sono stati ampiamente enfatizzati gli esercizi a catena cinetica chiusa nei quali sia la estremità prossimale che quella distale del sistema sono bloccate.
I principali vantaggi della gran parte degli esercizi a catena cinetica chiusa sono dovuti principalmente a due fattori: il primo è il controllo dinamico dei muscoli ischiocrurali che durante un esercizio in carico compensano il momento flettente dell'anca riducendo la traslazione tibiale anteriore prodotta dall'azione del quadricipite; il secondo è determinato dall'aumento delle forze articolari compressive prodotte dal peso corporeo che evitano le forze di taglio in antero-posteriore nocive al neo-legamento.
Nonostante questa premessa è bene ricordare che non tutte le attività in catena cinetica chiusa sviluppano gli stessi valori di tensione a carico del LCA.
Ad esempio i comuni esercizi di squat troppo spesso consigliati in fase post-chirurgica precoce, provocano, secondo i più recenti studi, tensioni a carico del fascio anteromediale del LCA esattamente sovrapponibili a quelli prodotti da un esercizio di estensione a catena aperta con resistenza alla caviglia.
Quest'ultimo tipo di esercizi con l'estremità distale non in appoggio sono, viceversa, ritenuti dannosi perché sviluppano soprattutto negli angoli compresi tra 40° e 0° di flessione un notevole stress in tensione sia per il legamento

crociato che per le strutture capsulari periferiche e pertanto dovrebbero essere evitati almeno durante i primi tre mesi.
Possiamo quindi riassumere gli esercizi che sono considerati abbastanza sicuri nella fase riabilitativa iniziale poiché sviluppano bassi livelli di tensione sul LCA:

1. contrazione isometrica dei flessori a tutti gli angoli di flessione del ginocchio.
2. flessione attiva del ginocchio tra i 40° e i 90° di flessione.
3. contrazione isometrica del quadricipite o co-contrazione simultanea (quadricipite e flessori) con ginocchio flesso a 60° e oltre.
4. lavoro con cyclette.

Notevoli disparità di vedute esistono inoltre sulla possibilità o meno di rigenerazione di recettori propriocettivi nel contesto del neo-legamento.
Solo di recente alcuni studi hanno dimostrato la presenza di meccanocettori e terminazioni nervose libere nel trapianto di tendine rotuleo gia dopo sei mesi dalla ricostruzione,anche se con percentuali diverse per quanto riguarda la densità e la distribuzione rispetto alle condizioni originarie.





RIEDUCAZIONE PROPRIOCETTIVA
DELOS POSTURAL SYSTEM â



TAVOLETTE TIPO FREEMAN

Probabilmente saranno necessari in futuro ulteriori studi sulle tecniche di misurazione sensoriale per poter valutare definitivamente l'effetto dell'attività dei meccanocettori del LCA compromesso sulla propriocezione globale del ginocchio.

Protocollo riabilitativo

Diverse sono le tecniche chirurgiche utilizzate per la ricostruzione del legamento crociato anteriore, ma ai fini esemplificativi verrà riportato il protocollo dopo intervento di ricostruzione del LCA con tendine rotuleo libero. Il protocollo riabilitativo si suddivide in alcune fasi:

1. fase pre-operatoria
2. di protezione
3. intermedia
4. di ritorno all'attività

proponendo dei tempi che bisogna in realtà considerare variabili in quanto dipendono dalle condizioni soggettive del paziente.

1- Fase pre-operatoria

Prevede l'istruzione dell'atleta sull'uso delle canadesi da utilizzare per la deambulazione nel post-intervento, sui programmi di rafforzamento muscolare da eseguire dopo l'intervento chirurgico e sull'adattamento al controllo dei movimenti o del tutore per la protezione del ginocchio da carichi eccessivi agenti nel corso della fase riabilitativa iniziale. L'atleta viene anche informato sull'eventuale programma di movimento passivo continuato, cui si dà inizio, immediatamente dopo l'intervento chirurgico.

2- Fase di protezione (1ª-6ª settimana)

Gli obiettivi di questa fase comprendono la riduzione al minimo degli effetti chirurgici e il recupero completo della mobilità del ginocchio, il controllo degli stress agenti sul legamento ricostruito, il mantenimento della normale meccanica articolare femoro-rotulea.
Immediatamente dopo l'intervento è fondamentale limitare al massimo il dolore e il versamento, principali cause di una inibizione muscolare riflessa troppo prolungata; l'ipotrofia del muscolo quadricipite, sembra sia dovuta principalmente alla riduzione delle fibre muscolari di tipo II deputate ai movimenti rapidi rispetto a quelle di tipo I che sono più attive nei movimenti di sostegno antigravitario.
E' consigliabile pertanto una terapia farmacologica a base di preparati antinfiammatori non steroidei ed enzimi proteolitici, per facilitare la regressione del versamento e della sintomatologia dolorosa, ed almeno per le prime due settimane si consiglia l'uso della crioterapia parecchie volte al giorno per la durata di 20 minuti.
L'utilizzazione ampiamente diffusa dei dispositivi di movimento passivo continuato non è ritenuta indispensabile né più efficace rispetto alle tradizionali tecniche di mobilizzazione passiva e può essere riservata solo ad atleti particolarmente apprensivi o con sofferenza della cartilagine articolare che potrebbero risentire di una immobilizzazione troppo prolungata. Per favorire un più rapido riassorbimento del versamento, vanno eseguiti esercizi per il mantenimento della estensione passiva completa del ginocchio operato ed esercizi di flesso-estensione attiva della caviglia.
Gli esercizi isometrici di sollevamento dell'arto devono essere eseguiti rigorosamente con il tutore bloccato a 0° gradi dopo intervento con il tendine rotuleo libero e circa 30° nel caso di trapianto con i tendini flessori, onde evitare sollecitazioni dannose al neo-legamento; il piede viene mantenuto in dorsi-flessione per facilitare la contrazione delle fibre quadricipitali.
Il carico deambulatorio va concesso secondo la tolleranza del paziente con l'aiuto delle canadesi. In realtà, non esiste un carico standard, che varia in base al tipo di intervento e individualmente da paziente a paziente e la sua principale funzione e quella di ridurre al minimo gli effetti dannosi legati alla perdita degli schemi motori e della coordinazione. Generalmente si cerca di arrivare al carico completo senza tutore e senza canadesi entro le prime 4 settimane.
Entro le prime due settimane possono essere effettuati inoltre esercizi di flessione passiva assistita del ginocchio fino a 90°, di flessione attiva del

ginocchio compresa fra 40° e 90°, di estensione attiva del ginocchio da 90° a 60°, unitamente ad esercizi attivi dell'anca (estensione, adduzione e abduzione); è estremamente importante in questa fase la mobilizzazione passiva della rotula che consente il recupero dello scivolamento rotuleo prevenendo le aderenze delle strutture peripatellari.
Gli esercizi di allungamento dei flessori del ginocchio sono indispensabili per combattere la contrattura di questi muscoli, cosi come quelli dei muscoli flessori dell'anca e dei gemelli.
Sono indicati inoltre esercizi di co-contrazione a ginocchio flesso negli angoli di 40°-60°-90°(**Fig. 1**), e gli esercizi per il muscolo gastrocnemio e soleo assistiti o utilizzando resistenze elastiche.
Le contrazioni isometriche multiangolari del quadricipite vengono eseguite da 90° a 60° di flessione in quanto il LCA subisce i massimi valori di tensione negli ultimi 30° di estensione mentre ad angoli superiori i 60° non si producono sostanziali modificazioni di lunghezza a carico del legamento.
Anche la contrazione attiva dei muscoli flessori del ginocchio tra 40° e 90° di flessione non determina sollecitazioni tensive del LCA per l'azione sinergica e protettiva esercitata dai muscoli ischiocrurali, pertanto un precoce e corretto rinforzo dei muscoli flessori dopo intervento sul LCA non ha controindicazioni.
Dopo la rimozione dei punti e la guarigione della ferita chirurgica si possono iniziare le esercitazioni in piscina: movimenti di deambulazione avanti e indietro con l'acqua all'altezza della cintura; flesso-estensione delle caviglie con l'uso di una pinna, adduzione, abduzione e flesso estensione delle anche, con l'uso di particolari tavolette (metodo Wat Job).
Il lavoro in piscina è estremamente proficuo, poiché favorisce un rilasciamento muscolare completo ed una migliore coordinazione, stimolando, tra l'altro, le capacita aerobiche generali dell'atleta attraverso esercitazioni di corsa a bassa intensità con l'uso di un giubbotto galleggiante.
Gli esercizi a catena cinetica chiusa (con l'estremità distale in appoggio) come ad esempio le mini flessioni del ginocchio da 0° a 40° in stazione eretta, possono essere incoraggiate, poiché consentono un recupero più rapido e fisiologico della funzionalità del ginocchio.
Anche la cyclette a bassa resistenza, e con sellino alto, trova un impiego elettivo in questa fase precoce, considerate le modeste sollecitazioni che la sua pratica determina sul legamento; gli studi effettuati da Ericksson e Beynnon hanno infatti dimostrato valori relativamente bassi delle forze di taglio a carico del ginocchio durante questo tipo di esercitazione.

3- Fase intermedia (7ª-16ª settimana)

Dalla 6ª settimana con una articolarità ormai completa sia in estensione che in flessione si può iniziare un potenziamento muscolare più selettivo perfezionando il sistema propriocettivo.
Vanno incrementati gli esercizi di abduzione, adduzione e flessione dell' anca, flessione plantare e dorsale della caviglia sia a secco che in acqua e di flesso-estensione attiva del ginocchio a catena chiusa con la leg-press.
Gli esercizi in estensione attiva del ginocchio a catena aperta possono essere effettuati a condizione che la resistenza sia applicata prossimalmente all'articolazione ed in un arco di movimento compreso tra i 90° e i 60° di

flessione. Particolare attenzione va posta al potenziamento dei glutei e degli ischiocrurali adoperando tecniche di facilitazione neuromuscolare assistita, apparecchiature isotoniche e/o isocinetiche con modalità di contrazione concentrica ed eccentrica. (**Fig. 2**).
Il nastro trasportatore a basse velocità ha un indubbia importanza sia per la ripresa della coordinazione durante le varie fasi temporali della deambulazione, che per una stimolazione propriocettiva ad impegno crescente del ginocchio che si può ottenere variando l'inclinazione e la velocità di scorrimento del piano. Anche le tecniche propriocettive possono essere introdotte abbastanza precocemente per limitare la momentanea perdita di funzione di recettore periferico esercitato dal LCA, ma naturalmente sia il lavoro che la progressione nelle difficoltà degli esercizi, va stabilito in base alle condizioni soggettive del paziente.
Con queste tecniche viene potenziata la risposta muscolare tramite l'attivazione periferica dei recettori propriocettivi presenti a livello muscolo-tendineo e capsulo-legamentoso. Si utilizzano in tal senso schemi diagonali PNF, tavolette propriocettive, sistemi computerizzati come il KAT, trampolini elastici.
Il soggetto esegue gli esercizi prima in stazione eretta con variazioni di resistenza manuali o cambiando improvvisamente le condizioni da catena cinetica aperta a quella chiusa; in un secondo momento il paziente esegue esercizi a crescente difficoltà oltre che su un piano stabile anche su quello instabile (**Fig. 3**).
Successivamente si aumenta l'impegno con le apparecchiature di potenziamento specifiche come la leg-press e la step-machine (**Fig. 4**), a bassa resistenza e alto numero di ripetizioni e vengono incrementati sia gli esercizi propriocettivi, che la corsa in piscina in acqua profonda con giubbotto galleggiante.

4- Fase di ritorno all'attività (17ª settimana in poi)

In questa fase sono previste una serie di attività volte al completo recupero della stabilità del ginocchio sia nella vita quotidiana che soprattutto nella attività sportiva praticata dall'atleta.
Vengono inseriti gradualmente a secco gesti atletici più complessi e più specifici della disciplina individuale, ad esempio per un calciatore palleggi con palla morbida con l'arto operato o per uno schermidore una simulazione di una flèche. Da questo periodo in poi l'atleta deve proporsi i seguenti obiettivi: il recupero della potenza e della resistenza muscolare, ritorno alla stabilità funzionale, graduale ripresa dei livelli di prestazione antecedenti all'intervento.
Si può effettuare la corsa su terreno morbido e pianeggiante e progressivamente è consentita la corsa con cambiamenti di direzione, accelerazioni e decelerazioni, traiettorie curvilinee.
Durante queste esercitazioni si può utilizzare una ginocchiera articolata per evitare abnormi sollecitazioni al neo-legamento, principalmente per garantire una sicurezza psicologica all'atleta.
In questa fase finale si possono utilizzare gli apparecchi isocinetici, i quali consentono di rilevare in condizioni di sicurezza numerosi parametri della funzione muscolare e permettono sia di potenziare i vari gruppi muscolari del

ginocchio, con la massima tensione anche se in un arco di movimento limitato, che di monitorare attraverso controlli periodici l'efficacia del trattamento riabilitativo.
E' da notare che l'esercizio isocinetico non deve essere considerato, nonostante la sua ampia diffusione commerciale, come l'unica metodica capace di garantire una valutazione funzionale ottimale.
In realtà gli apparecchi isocinetici presentano diversi aspetti negativi, quali l'eccessivo costo, l'impossibilita di effettuare rilevamenti prima di tre o più mesi dall'intervento chirurgico, impossibilità di poter valutare bassi livelli di forza ad alte velocità, movimento non natura1e e non specifico per lo sviluppo della forza.
Il recupero della forza sembra infatti essere legato a numerosi fattori quali quelli neuromuscolari, come l'aumento di capacità di trasmissione dello stimolo neuromotorio, il numero di unità motorie reclutate, la tipologia delle fibre muscolari attivate e la specificità della metodica utilizzata per il potenziamento muscolare.
Con un dinamometro isotonico, viceversa si ottiene un rilevamento decisamente più fisiologico che permette di conoscere il comportamento biomeccanico e l'attività elettrica dei muscoli interessati in fase riabilitativa precoce, ma soprattutto durante l'attivazione muscolare più fisiologica quale quella balistica (**Fig. 5**) (**Vedi pagine su Dinamometria e Press Test**).
Infatti una volta raggiunta la completa articolarità intorno alla quinta settimana post-intervento, è possibile già effettuare le prime valutazioni con forze molto ridotte, per identificare precocemente nell'atleta parametri fondamentali quali la velocità di contrazione, la potenza sviluppata e l'attività elettromiografica.
Solamente quando i livelli di forza dell'arto lesionato risultano prossimi all'85% dei valori di forza rispetto all'arto controlaterale si inseriscono nel programma esercizi per il miglioramento di alcune espressioni della forza (esplosiva, reattivo-elastica); vengono quindi introdotti esercizi pliometrici con salti (laterali, a distanze variabili, corsa con balzi alternati), in cui i parametri di intensità e velocità vengono aumentati gradualmente (**Fig. 6**).
Anche se alcuni lavori hanno dimostrato in un campione di atleti praticanti discipline individuali la possibilità di svolgere la piena attività sportiva a 7 mesi dall'intervento senza effetti nocivi a lungo termine, poter stabilire con sicurezza la data della ripresa completa dell'attività agonistica non è certamente cosa facile; molteplici sono infatti gli aspetti da considerare, come un corretto intervento chirurgico, un idoneo trattamento rieducativo effettuato su basi scientifiche, un continuo monitoraggio dei parametri funzionali e le motivazioni individuali di ogni singolo atleta. A nostro parere, pertanto il periodo della ripresa agonistica sia per gli sport individuali che di squadra è molto variabile ed oscilla, sulla base della nostra esperienza, fra i 5 e i 7 mesi.



FIG 1



FIG. 2



FIG. 3

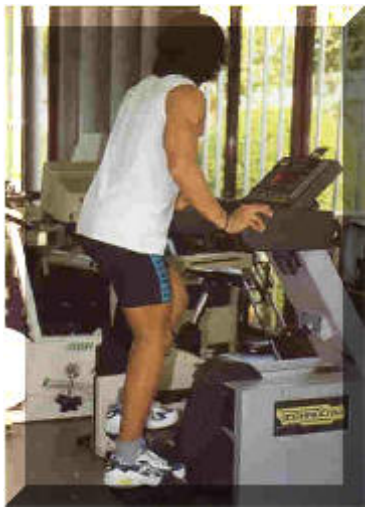


FIG. 4

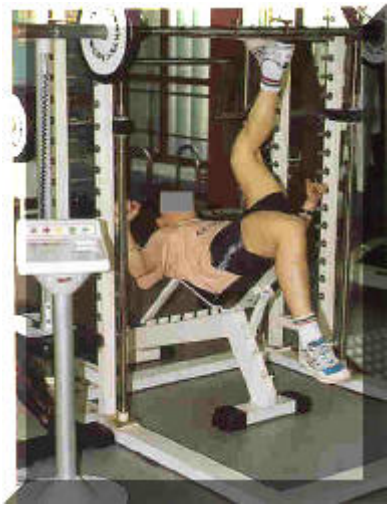


FIG. 5

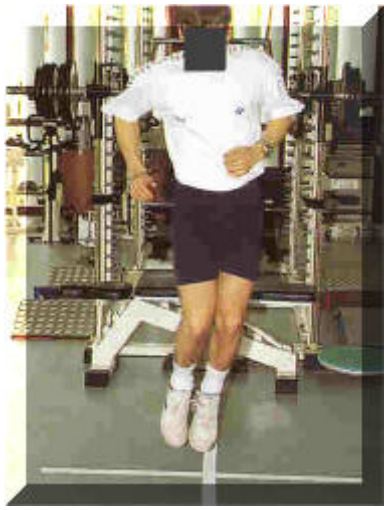
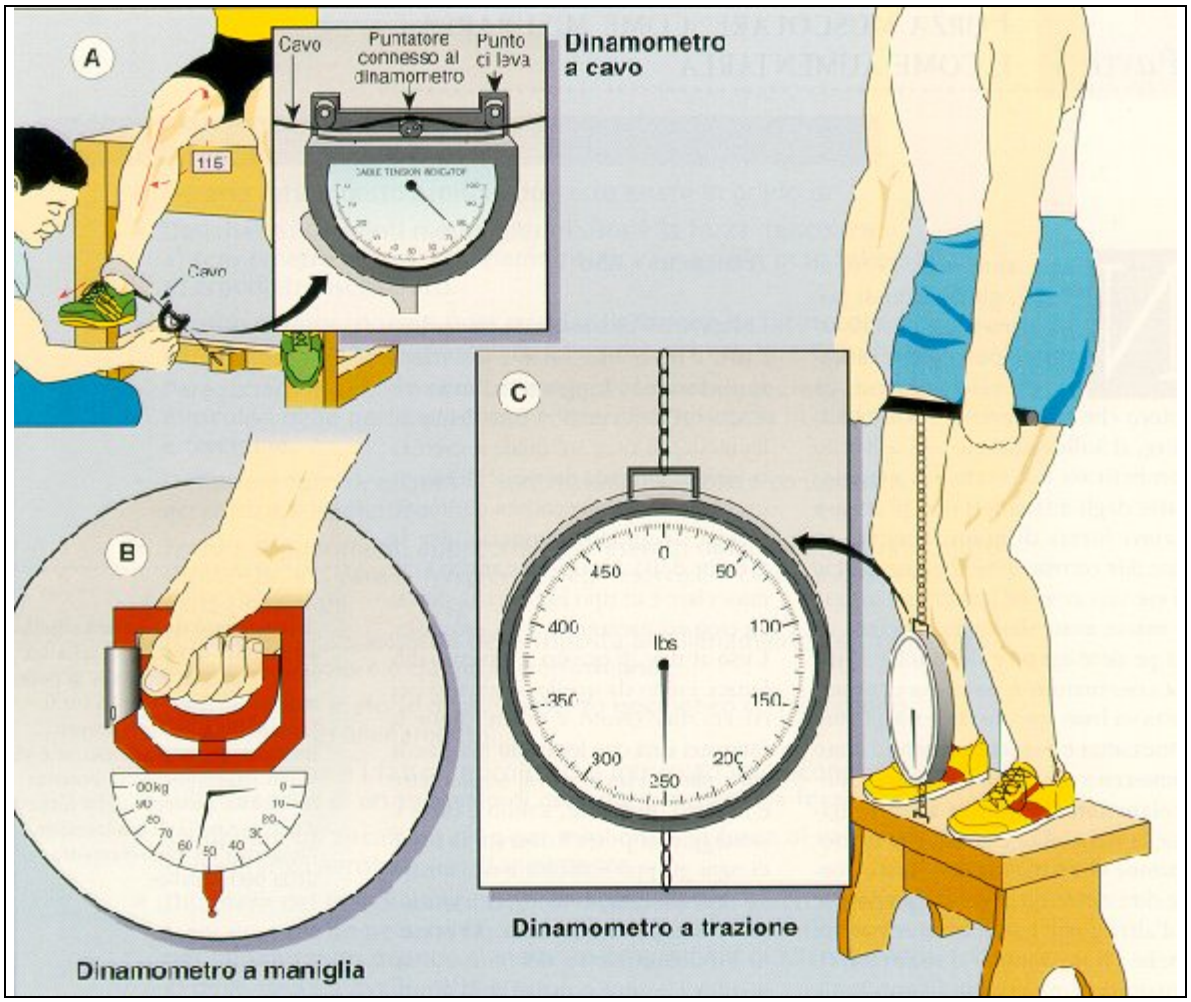


FIG. 6

DINAMOMETRIA ISOMETRICA
Differenti tipi di dinamometri utilizzati



TEST DINAMOMETRICO ISOMETRICO
Dal test si possono evidenziare i livelli di forza muscolare e la velocità di reclutamento delle fibre

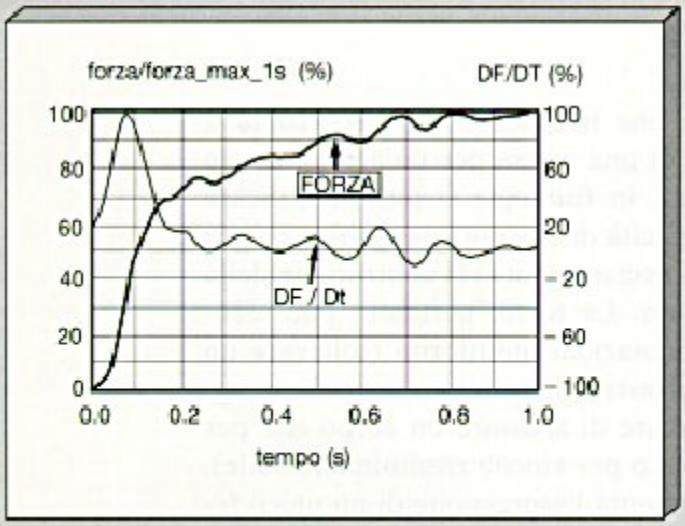
C.O.N.I.
ISTITUTO DI SCIENZA DELLO SPORT
DIPARTIMENTO DI FISIOLOGIA E BIOMECCANICA
DINAMOMETRIA e DINAMOGRAFIA

cognome		nome	
nato il			
sesso	M	peso	80 kg
statura	189 cm	sport	Basket
special.	Play Maker	st. forma	

forza massima (FMI) = 4136 N	tempo forza massima = 1622,5 ms
I V = 31,9 $N \cdot s^{-1} \cdot kg^{-1}$	

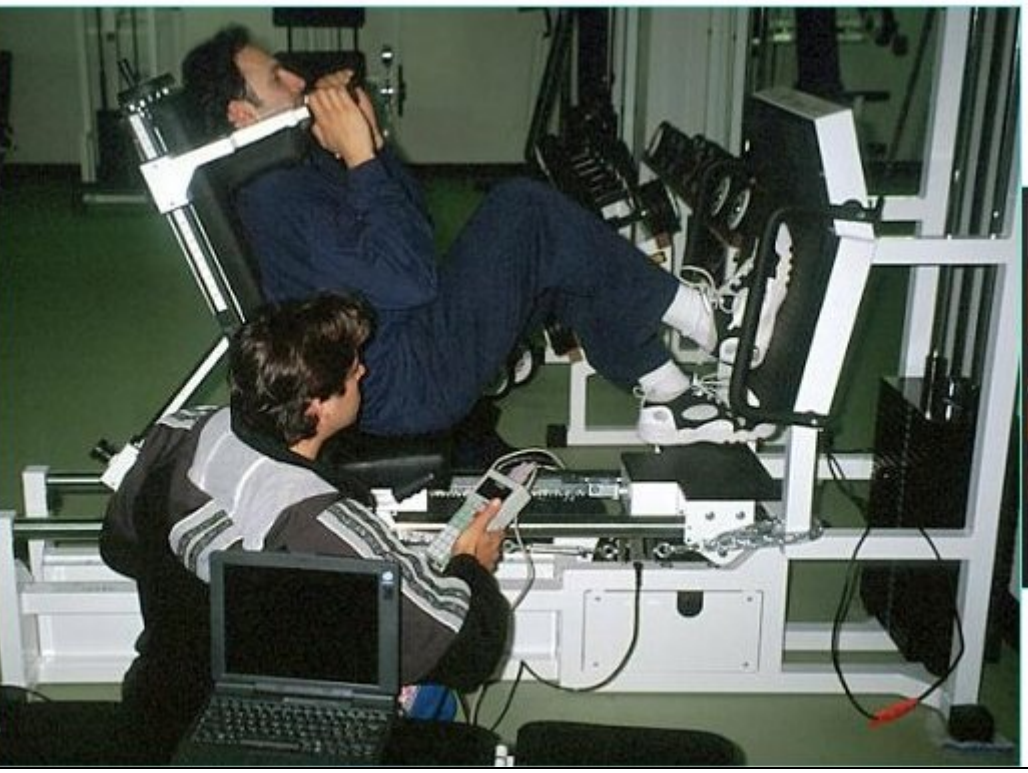
VALORI OTTENUTI DURANTE IL PRIMO SECONDO DELLA PROVA

forza massima (FMI1)	= 3423 N.	t30	= 70,0 ms
forza relativa	= 42,8 $N \cdot Kg^{-1}$	t50	= 98,8 ms
F50 / t 50	= 17,33 $N \cdot ms^{-1}$	t90	= 503,5 ms
I V 50	= 0,22 $N \cdot ms^{-1} kg^{-1}$	tempo per Dmax (TDmax)	= 75,0 ms
angolo	= 120°	pendenza max (Dmax)	= 23,67 $N \cdot ms^{-1}$
d. musc.: Estensori arti inf. Bilaterale		% forza al tempo TDmax	= 28,0 %



IL PRESS TEST

Metodica di valutazione che utilizza una PRESSA ORIZZONTALE e permette di valutare la potenza,
la resistenza e la capacità di recupero del muscolo. Il sistema può essere utilizzato con la maggior
parte delle macchine di muscolazione, permettendo così la valutazione di diversi distretti muscolari.



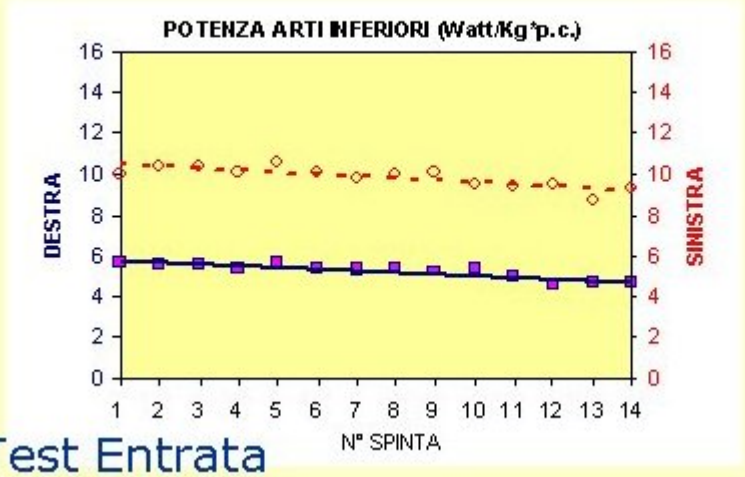


"PRESS TEST"

ESEMPIO DI VALUTAZIONE IN ATLETA OPERATA DI RICOSTRUZIONE DEL LCA

Si noti il deficit di potenza rilevato durante il test.

	ASSOLUTO		RELATIVO (W/kg*p.c.)		DIFFERENZA (DX > SN)
	DX	SN	DX	SN	
SPINTA DA FERMO	355 W	443 W	5,6	7,0	-20%
CONTROMOVIMENTO	426 W	606 W	6,8	9,6	-30%
INDICE CAPACITA' RIUSO ELASTICO	20 %	37 %	-	-	▲ -17
RESISTENZA					
potenza iniziale	381 W	682 W	6,0	10,8	-44%
potenza media delle 15 spinte	344 W	637 W	5,5	10,1	-46%
decremento potenza dopo ogni spinta	-5 W	-6 W	-0,08	-0,10	▲ 1
indice dell' impegno	0,83	1,07	-	-	-22%
indice di resistenza	0,90	0,93	-	-	-3%



1 – Test Entrata