

# ALLENAMENTO TENDINEO

## (concetti base ed esercitazioni)

Dott. S. Colonna (PV gen-feb/mar-apr 2000)

L'infiammazione dei tendini del ginocchio del pallavolista è un evento abbastanza frequente che condiziona la prestazione sportiva.

Tale infiammazione deve essere considerata una flogosi cronica da sovraccarico (*overuse injury*), anche se a volte un impegno massivo, su un terreno predisposto (tendinosi) può creare delle micro lacerazioni facendo instaurare acutamente una sintomatologia dolorosa. Generalmente ci sono due tipi di attività sportiva che predispongono le lesioni da sovraccarico: le attività di endurance, quali il podismo, e gli sport di potenza come, per esempio, la pallavolo. Negli sport di potenza tale coinvolgimento è da attribuirsi al notevole utilizzo dell'apparato estensore dell'arto inferiore in modo esplosivo in gesti quali: il salto, gli scatti, i cambi di direzione bruschi. Il salto e la corsa veloce sono una componente essenziale della gestualità di molti sport. La mole di salti effettuati da questi atleti durante una partita e tanto più durante un allenamento è davvero notevole. Nel linguaggio scientifico internazionale si utilizza il termine di "Jumper's knee" (ginocchio del saltatore), per sottolineare l'importanza primaria del salto nel condizionare la flogosi tendinea.

L'apparato estensore della gamba è composto da:

- 1) muscolo quadricipite
- 2) tendine quadricipitale
- 3) rotula
- 4) tendine rotuleo
- 5) tuberosità tibiale

Le strutture tendinee del ginocchio coinvolte più frequentemente nel jumper's knee sono il tendine quadricipitale e il rotuleo.

La giunzione osteo-tendinea tra rotula e tendini è l'anello debole della catena ed è in tale zona che inizia il processo degenerativo. Per questa sua localizzazione il ginocchio del saltatore rientra in quella vasta categoria di infiammazioni tendinee denominate "*entesiti*" di cui fanno parte altre bene conosciute tendinopatie, quali:

- 1) tendinite Achillea
- 2) gomito del tennista
- 3) gomito del golfista.

Dopo avere interessato la zona inserzionale anche il tessuto tendineo intermedio viene ad essere coinvolto da un'attività tenoblastica alterata.

L'inserzione tendinea, oltre ad essere il punto più debole meccanicamente della catena estensoria, risulta essere anche la zona con minore apporto sanguigno, ciò facilita l'instaurarsi di processi degenerativi cronici.

Le tre principali localizzazioni nell'apparato estensore sono:

- 1) l'inserzione del tendine rotuleo al polo inferiore della rotula (apice): questa è la più frequente, circa 80%, della localizzazione del jumper's knee e coinvolge di solito atleti nella tarda adolescenza fino ai 40 anni
- 2) l'inserzione del tendine quadricipitale a livello del polo superiore della rotula: questa localizzazione coinvolge principalmente atleti in età avanzata;
- 3) l'inserzione del tendine rotuleo sulla tuberosità tibiale: quest'ultima localizzazione, definita anche come apofisite tibiale anteriore o morbo di Osgood - Schlatte, è tipica dell'atleta in accrescimento e rappresenta la reazione dei tessuti cartilaginei, non ancora maturi, all'eccessiva trazione da parte dei tendini. Le cause di insorgenza di una tendinopatia inserzionale possono essere suddivise in due categorie:

fattori intrinseci

fattori estrinseci.

## **Fattori intrinseci**

Fra le cause intrinseche è stata considerata in passato l'influenza di squilibri o disassamenti dell'apparato estensore. Un approfondito studio del dott. Ferretti sul jumper's knee nell'atleta praticante la pallavolo ha preso in considerazione le seguenti variabili:

allineamento del ginocchio sul piano frontale; allineamento dell'apparato estensore (angolo Q); posizione della rotula; tono- trofismo del vasto mediale, tuberosità tibiale; asse di rotazione femorale e tibiale; contrattura ischio crurali; grado di lassità costituzionale; caratteristiche del piede; morfotipo costituzionale. Da tale indagine è scaturito che non esiste una variabile o associazione tra queste che si sia riscontrata con significatività e quindi possa essere considerata un fattore predisponente. Anche la rotula alta, considerata una delle principali cause della tendinite rotulea non è stata riscontrata in maniera significativa. Anche se questi studi non sono indicativi di una variabilità soggettiva, però, è facile notare come tra atleti che si allenano sugli stessi terreni e sono sottoposti allo stesso tipo di allenamento, calzando il medesimo modello di scarpa, solo alcuni vanno incontro alla tendinopatia sintomatica; bisogna perciò supporre che vi siano caratteristiche soggettive, proprie di ogni individuo capaci di condizionare il livello soglia di comparsa della patologia.

Attualmente la medicina non ha nessuno strumento capace di indagare la condizione meccanica (elasticità, plasticità, viscosità) dei tendini in vivo, quindi non riusciamo a determinare lo stato di salute di questi tessuti come riusciamo, per esempio, con i muscoli.

## **Fattori estrinseci**

È universalmente accettata l'importanza, nell'instaurarsi della patologia tendinea di fattori estrinseci quali: i terreni di gioco, le calzature, le modalità di allenamento e di gioco.

Per meglio comprendere come questi elementi possono incidere sulla struttura tendinea, bisogna rifarci ad alcuni principi di biomeccanica. I tendini, durante il salto, sono sottoposti a delle tensioni sia nella fase muscolare concentrica (fase di stacco) che nella fase eccentrica (ricaduta). Analizzando con pedane di forza un semplice salto verticale (counter movement jump), come si può notare in figura 2, la fase di atterraggio risulta, in termini di forza verticale (Newton), maggiore rispetto alla fase di spinta. Per ammortizzare progressivamente fino all'arresto la ricaduta è necessario sviluppare una quantità di forza in grado di annullare l'energia cinetica acquistata dal corpo in volo (quantità di moto = massa del soggetto x per la velocità del corpo all'impatto), tale energia è proporzionale alla velocità massima raggiunta nel ricadere, la quale dipende dalla massima altezza raggiunta nell'elevazione. L'impulso tiene conto delle modalità temporali con cui viene applicata la forza di ammortizzamento (forza x tempo di applicazione). Eguagliando l'equazione della quantità di moto con quella dell'impulso otteniamo che la quantità di forza e quindi di tensione (tensione = forza / superficie) necessaria ad ammortizzare un corpo in volo è direttamente proporzionale alla massa corporea e alla velocità, inversamente proporzionale al tempo di applicazione

$$F = \frac{M \times V_{max}}{Dt}$$

dove M è la massa dell'atleta, Vmax è la velocità al momento dell'impatto e Dt il tempo impiegato a dissipare l'energia cinetica.

Quindi la forza utilizzata sarà tanto maggiore quanto minore sarà il tempo di applicazione.

Nella nostra esperienza, la patologia tendinea è molto più frequente nelle squadre che militano a livelli medio-bassi rispetto a quelle di vertice, pur risultando per quest'ultimi un maggiore impegno in termini di ore di allenamento e quindi di sovraccarico funzionale. La risposta è da ricercarsi nei terreni di gioco, solitamente in cemento o altro materiale simile come rigidità, nelle squadre non professionistiche e da una preparazione fisica inadeguata.

Per quello che riguarda i terreni di gioco più è rigido e più bruscamente la reazione di contospinta del suolo si scaricherà sui tendine. In figura 4 si evidenzia come la fase eccentrica di una ricaduta da altezza costante siano nettamente differenti se la superficie di atterraggio è un corpo rigido,

uno elastico o uno plastico come la sabbia. Nell'ambito delle calzature si è fatto un notevole passo avanti a tutti i livelli, è raro infatti vedere sui campi di gioco scarpe come quelle utilizzate una ventina di anni fa in cui si privilegiava la flessibilità della suola che risultava essere costituita da un sottilissimo strato di caucciù. Le moderne scarpe presentano, come suola, un consistente *strato* di sostanze elastiche, che ha una notevole capacità assorbente ciò permette di diluire le ingenti sollecitazioni che si scaricano sulle strutture tendinee durante i salti. Per questo motivo è sempre più frequente l'utilizzo delle scarpe da jogging, dove lo spessore (gel o aria) sotto il tallone è maggiore rispetto alle calzature da pallavolo. La classificazione di Roels suddivide l'evoluzione clinica in quattro stadi:

**stadio 1:** dolore solo dopo attività, non condiziona la prestazione fisica

**stadio 2:** dolore all'inizio della attività, scompare col riscaldamento, ricompare dopo l'attività, condiziona limitatamente la prestazione atletica

**stadio 3:** dolore durante e dopo l'attività con limitazione del rendimento atletico

**stadio 4:** rottura del tendine, impossibilità di effettuare qualsiasi attività

Il primo dato importante è l'evoluzione della sintomatologia dolorosa. Tale dolore, localizzato al polo inferiore della rotula o al superiore o alla tuberosità tibiale, si manifesta inizialmente dopo l'attività fisica, dura alcune ore e poi scompare. In questa fase la posizione flessa del ginocchio, come la posizione seduta al cinema o in automobile, scatena o accentua la sintomatologia dolorosa. Con l'evoluzione il periodo sintomatico si allunga; all'inizio la fase di riscaldamento pre-attività può alleviare o fare scomparire il dolore però, man mano che progredisce l'infiammazione il dolore verrà percepito anche durante l'attività condizionando la prestazione. Il sintomo dolore esordisce sempre unilateralmente, ma è alquanto frequente un coinvolgimento bilaterale nell'evoluzione della malattia.

Un'appropriate palpazione sulle regioni implicate può già confermare il sospetto diagnostico. La pressione sull'apice rotuleo e sul suo continuo tendineo scatena dolore. Tale manovra bisogna effettuarla con il ginocchio esteso, la risposta è nettamente inferiore col ginocchio flesso. La spiegazione di questo fenomeno è da attribuirsi alla difficoltà di superare con la pressione del dito, la barriera composta dal peritenonio e le fibre tendinee più superficiali non coinvolte in prima istanza dal processo flogistico:

tali strati detesi completamente in estensione si tendono flettendo il ginocchio. il dolore può essere riprodotto o accentuato da una brusca contrazione eccentrica per arrestare la flessione del ginocchio.

La diagnosi strumentale si può avvalere, proficuamente, della radiografia convenzionale, dall'ecografia, Tac ed RMN. Sicuramente l'ecografia, per la facilità di esecuzione e la facile reperibilità, è sicuramente l'indagine da prescrivere in prima istanza. La radiologia standard può mettere in evidenza delle avulsioni o incrinature o una rotula bipartita che mimano un dolore tendineo oppure delle calcificazioni. Mentre La TAC ma soprattutto la RMN evidenzia molto bene la localizzazione flogistica dando dei quadri precisi sullo stadio evolutivo, tuttavia l'utilizzo di queste metodiche viene drasticamente limitato dall'alto costo e dall'ancora difficile reperibilità.

Per una corretta diagnosi bisogna escludere una serie di patologie del ginocchio che possono irradiare anteriormente dolore, quali: condropatia rotulea, plica sinoviale, borsite pre-rotulea, sindrome di Hoffa, lesioni meniscali, frattura da stress o traumatica della rotula, malattia di Sinding-Larsen-Johanson (necrosi avascolare del nucleo di ossificazione patellare)

La terapia del JK coinvolge un trattamento conservativo nei primi stadi della patologia, mentre negli stadi estremi e dove la terapia conservativa ha fallito è indicato il trattamento chirurgico.

La meta del trattamento conservativo è:

- 1) togliere il dolore
- 2) ridurre l'infiammazione
- 3) promuovere la guarigione del tendine
- 4) ripristino della funzione e quindi dell'attività sportiva il prima possibile.

Nella fase acuta la crioterapia combinata alla compressione aiutano a ridurre il dolore e l'edema;

nei primi giorni bisogna applicare il ghiaccio per circa 20 minuti ogni ora. E' fondamentale in questa fase eliminare tutte le sollecitazioni dannose per il tendine.

Dopo la fase acuta la meta del trattamento è la guarigione del tendine e ciò è possibile attraverso la combinazione di diverse metodiche terapeutiche. L'applicazione del caldo o alternanza di caldo e freddo determina l'incremento del circolo sanguigno, fondamentale nel ridurre l'ipossia e l'acidosi secondaria che si instaura e il riassorbimento dell'edema.

In questa fase la fisioterapia classica da un notevole apporto nel ridurre l'infiammazione. Noi utilizziamo le correnti antalgiche (TENS ed Acuscope) e il laser CO2. Sempre in questa fase il nostro protocollo prevede un ciclo di 4-5 mesoterapie. Il cocktail farmacologico utilizzato contiene in percentuale farmaci vasodilatatori (Loftyl), emodinamici (complamin), eutrofici (placenta ed estratti loidei), antiflogistici (feldene), miorilassanti (muscoril). Viene sconsigliato l'utilizzo di infiltrazioni con estratti corticosteroidi per evitare, come riportato in letteratura, che la situazione evolva nel quadro, definito dagli autori anglosassoni "catastrophic jumper's knee", in cui si determina la completa rottura del tendine.

Quando il dolore è calato iniziamo un programma di esercitazioni, definito "allenamento tendineo", che utilizza una serie di sovraccarichi in modalità isometrica, isocinetica o isotonica, concentrici ed eccentrici ad andamento progressivo. Il riposo assoluto non pensiamo che sia utile nel ristabilire una buona attività tendinea, sicuramente il dolore cala ma in molti casi ricompare alla ripresa dell'attività. In letteratura sono riportati dei lavori che sottolineano l'importanza dell'esercizio fisico, a scapito dell'immobilizzazione, nella guarigione delle strutture legamentose e tendinee a. Cerchiamo di mantenere in attività l'atleta escludendo tutti le esercitazioni ad alta tensione, mentre invogliamo ad eseguire esercitazioni a bassa e media attività tensionale Tali esercizi sono sempre integrati da esercitazioni di allungamento muscolare (stretching). Il compito dell'allungamento è duplice: allungando gli antagonisti si riduce l'azione di freno che normalmente esercitano quando vengono stirati; allungando il muscolo connesso al tendine, si riduce la tensione esercitata durante il riposo, permettendo un migliore ricambio metabolico (vedi Pv n. 99).

Per le patologie croniche frequentemente la terapia si identifica con la prevenzione. Per fare una corretta prevenzione e terapia bisogna agire sulle cause della patologia. I mezzi che abbiamo per incidere sulle cause intrinseche, essendo delle cause strutturali costituzionali, sono alquanto limitati, mentre si può agire in maniera determinante sulle cause estrinseche.

Per prevenire fenomeni da sovraccarico sui tendini uno dei punti fondamentali insieme alle calzature, ai terreni di competizione e di allenamento, alla tecnica di esecuzione del fondamentale è il potenziamento tendineo.

Per affrontare questo punto ci sono a cure precisazione da fare. La medicina sportiva ha sempre considerato i tendini come una passiva e amorfa struttura di collegamento tra muscolo e osso, estraniandola da quelle che sono le leggi delle strutture viventi. La regola principe della materia vivente "la funzione fa l'organo" (legge di Lamarck) se bene adattata al muscolo o all'osso non ha trovato in questi anni una pari importanza di applicazione per il tendine. Merito della rieducazione funzionale è stato quello di stressare l'importanza del movimento nel fisiologico metabolismo dell'organo, e la struttura tendinea non si sottrae a questa legge universale. Da queste considerazioni nasce la validità, sia per la prevenzione che per la terapia delle tendiniti, dell'esercizio fisico che stimoli in maniera opportuna la struttura tendinea: tale esercizio lo abbiamo definito "**allenamento tendineo**".

Accanto all'allenamento cardio-circolatorio-respiratorio e neuro-muscolare bisognerà inserire l'allenamento tendineo per completare il bagaglio culturale del medico sportivo o del preparatore atletico. Il principio dell'allenamento tendineo rispetta quelle che sono le leggi della metodologia dell'allenamento e cioè la progressività dei carichi: quello che fa discostare tale metodologia da quella muscolare, ben più conosciuta, è il **concetto del carico**.

Un determinato carico può sortire due effetti diversi sul muscolo e sul tendine non per la qualità dello stimolo ma per l'intensità. Ad esempio, la pliometria è una ottima tecnica di allenamento della esplosività muscolare ma l'impegno dei tendini durante queste esercitazioni è più intensa rispetto ai muscoli e se non opportunamente dosata può sortire notevoli effetti dannosi.

**Un tendine si infiamma per una incongruenza tra struttura e carico, quindi si possono**

realizzare due situazioni:

- 1) struttura tendinea normale con carico eccessivo
- 2) struttura tendinea deficitaria con carico normale.

Per fare della prevenzione possiamo agire o sulla variabile carico o sulla variabile struttura. Ridurre il carico significa ridurre l'impegno atletico e ciò, soprattutto a livello professionistico, risulta alquanto difficile. Quindi, il campo di azione preferenziale della prevenzione è quello di potenziare il tendine.

Un grosso handicap è l'impossibilità di valutare la condizione della sub-struttura tendinea per conoscere lo stato di salute. L'ecografia è codificata e molto utilizzata per la valutazione di quelli che sono processi infiammatori (edema, ispessimento fibrotico, calcificazione, ecc.) di contorno alla lesione e non per evidenziare le caratteristiche di un tendine normale. Se non riusciamo a conoscere lo stato non possiamo sapere quando c'è un deficit e se l'allenamento ha compensato questo deficit.

Se l'elemento dannoso è la tensione elevata esercitata di impatto (concetto dell'impulso), le esercitazioni di potenziamento tendineo dovranno rispettare una gradualità di incremento tensionale. Le modalità di esercitazione che noi utilizziamo coinvolgono l'isometrica, l'isotonica, l'isocinetica in modalità concentrica ed eccentrica.

L'isometrica è il metodo più semplice e di facile realizzazione per esercitare un tendine. Può essere realizzato anche senza nessun attrezzo col semplice ausilio di una parete.

Noi prescriviamo questi esercizi domiciliariamente per completare il lavoro fatto in palestra, dove utilizziamo il dinamometro isocinetico soprattutto per coinvolgere il paziente mediante un feedback visivo. Attualmente anche le moderne macchine isotoniche presentano un display dove viene visualizzata la spinta effettuata.

Una cautela da rispettare è la rampa di incremento tensionale che deve essere la più lenta e progressiva possibile.

Si possono utilizzare anche le macchine isotoniche per lavorare in isometria ad esempio una normale leg extension, il peso viene portato in su da entrambe le gambe, raggiunta la più o meno estensione un arto si flette lentamente lasciando tutto il carico all'arto da allenare, dopo aver sostenuto il carico isometricamente per 10-5 sec. l'arto di appoggio si estende nuovamente per aiutare l'arto da allenare a riportare il peso in posizione di partenza. Si possono utilizzare anche dei carichi notevoli: il tempo di incremento tensionale dipende dal tempo che impiega l'arto di appoggio a sottrarsi al carico. La spinta iniziale se adeguatamente impostata non creerà delle sollecitazioni dannose.

L'isocinetica, predisponendo la resistenza solo quando si raggiunge la velocità impostata, non sovraccarica mai all'inizio del movimento, eccetto se si usano delle velocità molto basse (15-30°/sec.), quindi è una metodica molto utile per stimolare adeguatamente la struttura tendinea. Le velocità alte producono tensioni minori rispetto alle velocità basse, quindi **in isocinesi la velocità è sinonimo di carico**. Durante l'allenamento tendineo, terapeutico per una tendinite manifesta, il limite del carico tensionale isocinetico è dato dal dolore. In base al dolore stabiliamo la velocità di esercitazione cercando di lavorare sempre a velocità più basse.

L'isotonica con le normali attrezzature da palestra è la metodica di più difficile gestione perché non riuscendo a valutare la velocità d'esecuzione dell'esercizio non abbiamo la possibilità di controllare l'impegno tensionale tendineo. Utilizzando dei carichi ingenti, il massimo impegno in termini di stress tendineo si ha all'inizio del movimento, dove l'attrito inerziale sollecita a dismisura il muscolo e di conseguenza il tendine, soprattutto se eseguito a massima velocità.

I più recenti dinamometri isocinetici presentano oltre alla modalità isometrica ed isocinetica anche la modalità isotonica. In questo caso la variabile carico sarà fissa mentre la velocità di esecuzione dipenderà dal soggetto. Queste attrezzature presentando in real time un feedback visivo permettono di dosare in modo preciso il carico anche lavorando in isotonica.

Noi utilizziamo oltre al dinamometro le comuni macchine isotoniche in fase avanzata con dei carichi minimi (dal 20% fino al 40% del massimale) e numero elevato di ripetizioni (20-30 rip.) per dare delle sollecitazioni pulsate atte a stimolare la vascolarizzazione. Il ginocchio lavoro negli ultimi gradi d'estensione, spinge il rullo con una buona velocità e si arresta prima di arrivare alla completa

estensione, come se volessimo lanciarlo in alto; il pacco pesi finita la spinta ritornerà in basso con una certa velocità, il ginocchio cercherà di ammortizzarlo e rilanciarlo. Così facendo realizziamo un concatenamento di fase eccentriche, per ammortizzare il peso che sta scendendo, seguite subito da una fase concentrica nel respingerlo in alto. Questo tipo di esercitazione è definita **pliométrica**. L'attività pulsata può essere somministrata anche mediante utilizzo di elastici, però risulta difficile quantizzare il carico.

Con le esercitazioni eccentriche si realizzano delle tensioni più elevate rispetto all'attivazione concentrica. Nel linguaggio tecnico si definisce un'**attività muscolare eccentrica** quando il muscolo sottoposto ad un carico si allunga, mentre la **concentrica** è quando il muscolo si accorcia. Per fare un esempio pratico, quando saliamo un gradino i muscoli del ginocchio si accorciano per estendere l'articolazione, mentre, quando scendiamo un gradino il ginocchio parte esteso con i muscoli accorciati e progressivamente si piega controllato da un'azione muscolare in allungamento. Se per salire un gradino eseguiamo un maggiore sforzo muscolare, nel discenderlo è maggiore lo sforzo tensionale a carico delle strutture connettivali.

Diversi lavori hanno sottolineato l'utilità dell'utilizzo delle tensioni eccentriche per prevenire e curare le problematiche tendinee dell'arto inferiore. Queste elevatissime tensioni, utili come completamento di una preparazione tendinea, bisogna stare molto attenti nel dosarle perché, se propinate in maniera errata, possono essere fonte di lesioni irreversibili. Per tale motivo ci sentiamo più sicuri ad eseguirle con i dinamometri isocinetici che ci permettono di verificare la rampa di incremento e presentano dei sistemi di blocco che rendono più sicuro l'esercizio. Come il lavoro eccentrico agisca a livello tendineo non è ancora conosciuto. È probabile che la maggior parte delle esercitazioni con pesi siano insufficienti ad allenare le strutture connettivali che sono sottoposte a delle tensioni molto al di sopra delle tensioni prodotte dall'allenamento concentrico. Questo gap, viene ad essere colmato dal lavoro eccentrico che preparerebbe la struttura tendinea a sopportare i carichi specifici dell'attività sportiva ricca di movimenti pliometrici.

L'allenamento tendineo è consigliato sia per prevenzione che per terapia. A livello preventivo l'allenamento tendineo dovrebbe essere inserito in un programma annuale ad inizio campionato con dei richiami settimanali. Per la frequenza, la quantità e l'intensità dei richiami devono essere programmati in base alla mole di salti eseguiti: all'aumentare dell'esercitazione che prevedono dei gesti esplosivi deve aumentare proporzionalmente la quantità di esercitazione in sala pesi.

In **tabella 1** è riportata una suddivisione delle principali attività svolte con la palla e a secco suddivise in base all'impegno tensionale. Nella fase di preparazione di precampionato o nel recupero di una tendinite bisogna attenersi ad una progressione di esercitazioni.

Per completare la preparazione dei tendini non bisogna assolutamente fare l'errore di tralasciare le esercitazioni di allungamento (stretching) la cui importanza è stata già sottolineata in un precedente articolo (vedi Pv n. 4 1999) nella terapia delle tendiniti.

## **SUDDIVISIONE DEI MOVIMENTI IN BASE ALLA TENSIONE SVILUPPATA (tab.1)**

### **MOVIMENTI AD ALTISSIMA TENSIONE**

- balzi massimali in alto o in lungo alternati o successivi con un solo arto
- salti pliometri bipodalici con minima flessione del ginocchio (ostacoli, elastici, gradoni)
- isocinetica eccentrica ad alte velocità
- salto dopo ricaduta da muro su un solo arto
- traslazione dopo ricaduta da muro su un solo arto
- ricaduta su un solo arto dopo attacco
- doppio salto a muro con entrambe gli arti
- rapido spostamento difensivo dopo ricaduta da muro o da un attacco su entrambi gli arti

### **MOVIMENTI AD ALTA TENSIONE**

- pliométrica con accentuata flessione del ginocchio

- isotonica con carichi elevati
- isocinetica eccentrica a basse velocità (30-60°/sec.)
- corsa veloce in discesa
- ricaduta su entrambe le gambe dopo l'attacco o battuta in salto
- ricaduta su entrambe le gambe dopo il muro
- rapido movimento difensivo
- massima accosciata
- mantenimento prolungato della posizione di difesa

#### **MOVIMENTI A MEDIA TENSIONE**

- allenamento isotonico con carico medio-basso
- allenamento isocinetico massimale concentrico
- allenamento isometrico a lento incremento
- balzi sui gradoni in salita (solo fase concentrica)
- balzi con atterraggio sulla sabbia
- corsa in pianura
- fondamentali senza salti e massime accosciate (palleggio, bagher)

#### **MOVIMENTI A BASSA TENSIONE**

- corsa in salita
- pedalare
- nuotare
- fondamentali con limitata partecipazione delle gambe (battuta)