

LA BIOMECCANICA DEL SALTO IN LUNGO ED ANTEROVERSIONE DEL BACINO

DOTT. TELMAN IBRAGUIMOV, MEDICO CHIRURGO, VERONA

telmanibraguimov@alice.it

Per analizzare con successo il processo dell'esecuzione di un esercizio fisico, ma soprattutto sportivo, è necessario comprendere chiaramente la proprietà particolare della sua composizione, della struttura e delle norme che determinano la sua convenienza in generale ed in particolare, rispetto ad una qualsiasi situazione concreta.

In eguali condizioni, il sistema motorio sarà tanto più complesso, quanto più vari e numerosi i singoli movimenti che lo compongono. Il sistema possiede sempre delle caratteristiche che non possono apparire separatamente.

Nelle diverse discipline sportive l'esecuzione di un gran numero d'esercizi permette un numero non elevato di movimenti standard nella fase iniziale.

Applicando opportunamente uno di questi movimenti necessari in un caso determinato e concreto, l'atleta assicura l'esatta esecuzione dell'azione motoria.

Nazarov V. introdotto per primo nella teoria sportiva il termine "movimenti guida".

Il compito dei movimenti guida è quello di realizzare il "programma" delle azioni.

Il "programma" della posizione consiste nel mantenere una posizione invariabile (o invariabile per la maggioranza delle parti del corpo), necessaria per eseguire con successo le serie degli esercizi, nello stesso tempo essa non deve essere soltanto statica, naturalmente, ma anche dinamica ("portamento dinamico" secondo Nazarov V. - citato da Korenberg V., 1983).

Proprio il mantenimento del portamento dinamico, o postura dinamica, permette di semplificare la risoluzione del compito motorio, e contribuisce alla stabilizzazione dell'esecuzione dell'esercizio (1).

Qui entra in azione prima ortopedia funzionale che studia disturbi dei movimenti del corpo umano e poi patobiomeccanica. Questa ultima è lo studio dei processi patologici (2) (funzionali od organici) che



coinvolgono l'apparato locomotore, provocando disfunzioni degli organi di sostegno e di moto, portando così ad una disarmonia dell'atto motorio di un soggetto. La patobiomeccanica aiuta ad evidenziare disfunzioni ed i disturbi dei movimenti degli sportivi che influiscono negativamente sulle loro prestazioni (2).

L'azione motoria per mezzo della quale l'uomo risolve un qualsiasi compito motorio, quasi sempre è formata da una molteplicità di movimenti articolari distribuiti e concatenati nello spazio (1) che saranno morfologicamente e funzionalmente legati alle quattro arti, alla colonna vertebrale ed al bacino. Proprio da questo ultimo che "lega", come un nodo, parte superiore ed inferiore del nostro corpo e che occupa perciò una posizione intermedia (cruciale) nei disturbi dell'equilibrio artro-muscolare dipenderanno gli effetti unitari (positivi, neutrale e negative) biostatici e biodinamici. Bisogna anche aggiungere che nel bacino ci sono il delicato "punto" d'incontro dei tutti carichi assiali e quelli antagonisti (antigravitari) che saranno decisivi per creare facilmente sbilanciamenti di qualsiasi genere, cioè sia muscolare, sia legamentose, sia articolare, sia loro combinazione.

Se valutiamo dal punto di vista motilità la colonna lombare, l'articolazione sacro-iliaca e le articolazioni coxo-femorale dobbiamo ammettere che l'ampiezza dei movimenti dell'articolazione sacro-iliaca non solo è più scarsa, ma anche facilmente sollecitabile da qualsiasi anello del sistema articolato.

Il disorientamento della sinergia funzionale artro-muscolare durante salto in lungo dipenderà perciò in modo determinante dalla patofisiologia del bacino.

Sappiamo che nei salti si supera la distanza tramite il volo. Si deve perciò raggiungere la maggiore lunghezza del salto che dipenderà dalla rincorsa e dallo stacco.

Descriviamo perciò quest'ultimi ed analizziamo poi influenza sul salto le posizioni del bacino, in pratica della sua anteroversione, neutroversione, retroversione, lateralizzazione e della sua rotazione.

La rincorsa: nella rincorsa si risolvono due problemi: lo sviluppo della velocità necessaria al momento dell'arrivo sul punto di stacco e la creazione delle condizioni ottimali per l'interazione dell'appoggio. Nel salto in lungo si ottiene la maggiore velocità di rincorsa.

Prima dell'impostazione della gamba di spinta dal punto di stacco, gli ultimi passi variano: alcuni s'allungano abbassando la posizione del baricentro e l'ultimo passo viene eseguito più rapidamente e di solito è anche più corto.

Nel punto di stacco la gamba arriva con i caratteri-

stici movimenti d'arresto. Ciò diminuisce la velocità orizzontale ed aumenta quella verticale, permette di ottenere la posizione iniziale, nel caso in cui la gamba di spinta sia flessa in maniera ottimale, i suoi muscoli sufficientemente allungati e tesi e si abbia l'opportuna disposizione del baricentro e la necessaria velocità d'effettuazione della rincorsa.

Lo stacco: l'allontanamento dall'appoggio (stacco) si compie per effetto del raddrizzamento della gamba di spinta, dei movimenti di slancio coordinate dalle braccia, del tronco, il bacino ed eventualmente dell'altra gamba.

Il compito dello stacco è quello di assicurare la massima grandezza del vettore della velocità iniziale del baricentro e la sua direzione ottimale. Dopo lo stacco, in volo, il corpo dell'atleta compie sempre dei movimenti attorno ad un'asse.

Dal momento dell'impatto della gamba sull'appoggio inizia l'ammortizzamento. I muscoli antagonisti si allungano e si tendono, gli angoli nelle articolazioni assumono valori simili a quelli ottimali per l'inizio dello stacco. Il baricentro del corpo ritorna nella posizione iniziale per la comparsa dell'accelerazione (aumento del valore dell'accelerazione del baricentro). Mentre avviene l'ammortizzamento (flessione della gamba nell'articolazione del ginocchio) e il punto d'appoggio si trova ancora davanti al baricentro, l'atleta, estendo la gamba di spinta nell'articolazione coxo-femorale, aiuta lo spostamento del corpo in avanti (spinta attiva).

Nel corso dell'ammortizzamento la velocità orizzontale del baricentro diminuisce, durante allontanamento si crea la velocità verticale del baricentro. Al momento dello stacco della gamba dall'appoggio si ha il necessario angolo di volo del baricentro.

Il raddrizzamento della gamba di spinta ed i movimenti di slancio, creando l'accelerazione delle parti del corpo in alto ed avanti, provocano le loro forze d'inerzia, che sono dirette in basso e dietro. Queste ultime, assieme alla forza di gravità, determinano il peso dinamico cioè la forza agente esercitata sull'appoggio e provocano la corrispondente reazione d'appoggio. Lo stacco in avanti si verifica solamente negli ultimi centesimi di secondo: gli sforzi del saltatore sono diretti allo stacco verso l'alto per ottenere un angolo di stacco (volo) del baricentro sufficiente grande, necessario alla lunghezza del salto.

Durante il volo, la traiettoria del baricentro è determinata dalla grandezza e dalla direzione del vettore della velocità iniziale (angolo di volo) i movimenti si presentano come movimenti delle parti attorno all'asse trasversale passante per il baricentro.

L'obbiettivo è quello di atterrare il più lontano possi-



to dinamico i "movimenti guida" (muscoli) iniziano il movimento, ma rotaie guida (articolazioni) lo determinano.

Se immaginiamo che abbiamo sempre stesso atleta, ma con le posizioni del bacino diversi non è difficile ad arrivare a seguenti conclusioni.

La posteroversione del bacino "chiuderà" il tronco portando il baricentro del corpo in avanti, accentuerà cifosi dorsale, porterà i punti dei piedi all'interno, aumenterà tono dei m. quadricipite, indebolendo perciò quelli propulsori, cioè glutei. È ovvio che questa posizione biostatica sarà cambiata volontariamente dall'atleta durante la rincorsa ed il salto, ma le modificazioni interesseranno maggiormente parte superiore (labile) del corpo.

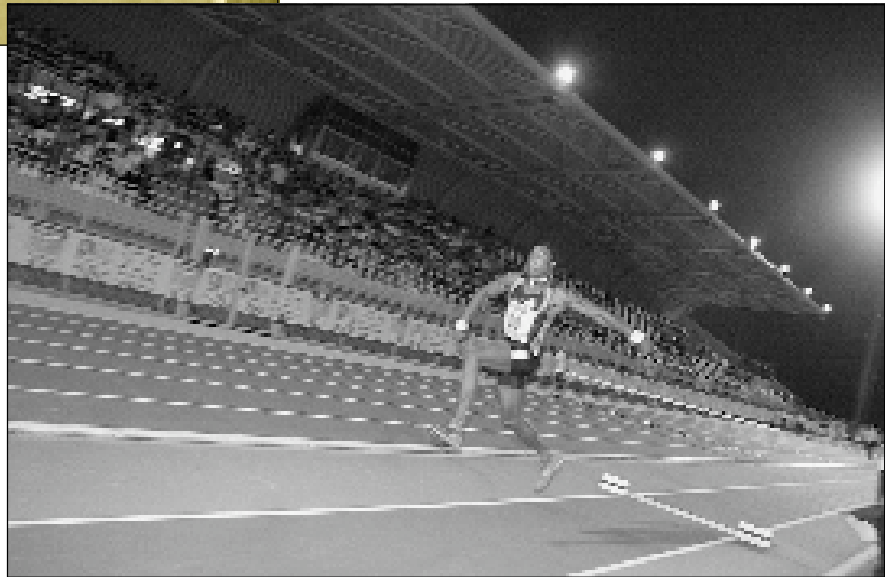
La normoversione del bacino sicuramente aiuterà all'atleta migliorare le sue prestazioni, poiché il centro generale del corpo si trova sul suo asse verticale, le curve della rachide non saranno alterate, il tono muscolare fra m. quadricipite e quelli glutei prevarrà in ultimi, i piedi saranno posizionati sulle linee parasagittali e durante la rincorsa e lo stacco sportivo può con maggior facilità e perciò con minor dispendio energetico portare il bacino in avanti.

bile, tenendo il piede il più in alto possibile. Inoltre esiste un considerevole spostamento del corpo in avanti dopo l'atterraggio. Gli atleti, al momento dell'atterraggio, cercano di sollevare in alto ed in avanti le gambe tese e di portare le braccia in avanti: questo permette, dopo l'atterraggio, tramite uno slancio delle braccia in avanti e con l'ulti-

ma estensione del corpo (colpo di reni), di spingersi in avanti rispetto al punto d'atterraggio (3).

Proviamo adesso analizzare influenza della posizione del bacino sui risultati del salto in lungo.

Dobbiamo subito ammettere che la posizione del bacino sarà determinante per i "movimenti guida" ed avrà stessi effetti (positivi o negativi) sia sulla rincorsa, sia sullo stacco. Precisiamo che nel portamen-



L'anteroversione del bacino, invece, porterà enormi vantaggi allo sportivo e cioè: il baricentro sarà spostato posteriormente, il tronco si troverà in posizione di massima "apertura", le curve cervicali e dorsali della rachide saranno "fisiologicamente" appiattiti, i piedi saranno divaricati e il tono e la forza muscolare saranno maggiori nei m. propulsori, cioè glutei. Ricordiamo che nella corsa, nel salto ecc. il gluteo è

indispensabile e gioca un ruolo di primo piano poiché il grande gluteo è il muscolo più potente del corpo (4).

Portando il bacino in avanti la lordosi lombare si accentua il che corrisponde ad un tipo dinamico, il sacro assume una posizione molto orizzontale e la faccetta auricolare è molto incurvata su se stessa e nello stesso tempo molto concava. L'articolazione sacro-iliaca è allora dotata di una mobilità notevole che ricorda quella di una diartrosi.

Quando, invece, le curve della rachide sono poco accentuate il che corrisponde ad un tipo statico il sacro quasi verticale e la faccetta auricolare molto allungata verticalmente, pochissima incurvata su se stessa e la sua superficie è quasi del tutto piana. Questa morfologia della faccetta auricolare corrisponde ad un'articolazione dotata di pochissima mobilità.

È ovvio che l'articolazione sacro-iliaca di tipo dinamico è particolarmente evoluto, "superadattato" corrispondente ad un grado estremo d'adattamento alla marcia bipede (5) e ovviamente alla corsa poiché permette maggiore estensibilità (in dietro) delle arti inferiori, allungamento dei passi e ciò mette prontamente in disposizione dell'atleta la tensione "esplosiva" dei muscoli.

Analizzando rotazione del bacino possiamo ammettere che sulla parte ANTERIZZAZIONE il passo durante la corsa sarà più corta e la propulsione perciò minore e ciò richiederà continui aggiustamenti durante la percorsa. Il ginocchio dalla stessa parte potrebbe avere una periartrosi e trovandosi in flessione patologica cedere periodicamente. L'iperflessione del ginocchio influenzerà in modo negativo sulle m. ischio-cruale: bicipite, semitendinoso e semimembranoso poiché sono m. bi-articolari e la loro efficacia sull'anca dipende dalla posizione del ginocchio (4). Accorciandosi da parte d'anterizzazione i muscoli posteriori della gamba non riusciranno estendersi bene ciò avrà ripercussioni negative nella corsa.

Da parte dell'osso iliaco POSTERIORE m. gluteo prima avrà tono muscolare alto e poi anche lo spasmo dei singoli fasci che facilmente porteranno alla periartrosi coxo-femorale da stesso lato. Muscolo gluteo, invece, dalla parte opposta sarà ipototonico. Su questa situazione possa influire negativamente accorciamento (falso) di una gamba per slittamento in avanti della testa del femore, la retrazione dei legamenti ed accorciamento del m. ilio-psoas. La situazione descritta può essere influenzata in modo maggiore o minore anche dallo stato della colonna lombare ecc.

Tutto ciò porterà allo sbilanciamento della contra-

zione e del rilassamento muscolare con abbreviazione il processo di raggiungimento dell'elevata "esplosiva" tensione necessaria ai muscoli per esplicitare elevate prestazioni.

LATERALIZZAZIONE del bacino: è diminuzione della sua mobilità sul piano frontale. Poiché i movimenti di lateralizzazione (sinistro o destro) coinvolgono tutte articolazioni del sistema articolato è difficile parlare di una causa "monolitica". Il bacino, sicuramente, si sposterà maggiormente nella direzione della curva scoliótica della colonna lombare e nella direzione della gamba più alta. In altre situazioni sarà necessario prendere in considerazione il gioco pluriartro-muscolare. È ovvio che lo spostamento del bacino sul piano frontale sposterà anche il baricentro dall'asse verticale del corpo ciò avrà ripercussioni negative sia sulla biostatica, sia sulla biodinamica, sia sul portamento dinamico (corsa).

Il volo: tutti atleti durante il volo continua a "correre" poi sollevano in alto ed in avanti le gambe tese, piegano il tronco ed allungano in avanti le braccia. Dal mio punto di vista esiste un'altra possibilità che dovrebbero essere presa in considerazione e cioè: eseguire i movimenti d'abduzione dell'anca più possibile e flettere, prima di piegare il tronco, entrambi le gambe. In questo modo la naturale "corsa nell'area" non sarà bruscamente interrotta, ossia il corpo per qualche istante, dopo colpo di rene, rimane in posteroflessione con il bacino ancora in anteroversione e i piedi il più in alto almeno 10-20 cm. e ciò permetterebbe guadagnare durante l'atterraggio qualche centimetro in più.

È ovvio che teoria proposta dovrebbe essere studiata più approfondita dagli atleti e i loro allenatori, applicata nella pratica ai giovani atleti (non quelle già affermati poiché rottura del loro stereotipo del moto già stabilizzato può anche, all'inizio, peggiorare la prestazione) per vedere i risultati, ma dal punto di vista biomeccanica potrebbe essere molto valida perché permetterebbe nella fase dell'atterraggio avere il bacino per più tempo in avanti ed in pratico corpo in posteroflessione e ciò potrebbe aumentare tempo d'allontanamento, d'altezza del salto e come conseguenza il risultato.

In favore di questa mia teoria vorrei riportare anche un'affermazione basilare di Donskoj D. e Zatziorskij V.: "Le azioni del muscolo, nelle catene biocinetiche, in condizioni normali, non sono mai isolate". Sappiamo che i muscoli che circondano l'articolazione (periarticolari), sono suddivisi in gruppi che funzionano contemporaneamente: a) sinergici (dell'azione comune); b) antagonisti (dell'azione opposta).



La loro tensione simultanea trasforma l'articolazione, non monoassiale, in un meccanismo biodinamico completamente legato, con una direzione determinata del movimento e della velocità delle parti. I muscoli antagonisti, partecipando ai movimenti, eseguono un lavoro negativo; allungandosi essi frenano il movimento (3). Perciò più forte sarà il muscolo più forte sarà anche la tensione frenante che esso produrrà. Se, invece, l'atleta eseguirà l'abduzione delle anche la resistenza sarà minore, ciò permette eseguire l'atterraggio dal punto più alto guadagnando così qualche centimetro.

Autore ha elaborato sulla base di nuovi piani del corpo da lui descritti, cioè lateroinclinazioni di 45° (6) particolari esercizi i quali permettono in brevissimo tempo portare in anteroversione del bacino "eliminando" anche sua antero- latero- o posterizzazione (questi esercizi all'inizio era stati elaborati per aiutare ai pazienti a prevenire l'osteoposi dell'anca, "curare" l'artrosi dell'articolazione coxo-femorale, del ginocchio, dei piedi piatti ecc. ed evitare operazioni di protesi dell'anca o del ginocchio).

Mettendo il piede o i piedi divaricati a 45°, cioè sui uno o due assi di lateroinclinazioni di 45°, ed il centro delle articolazioni tibio-tarsica sulle linee paravertebrali, si ottiene la neutralizzazione delle torsioni degli arti inferiori, l'aumento della corretta chiusura articolare, la forza trazionale dei muscoli paravertebrali grazie ai quali si eseguono movimenti d'allungamento verticale della rachide. Importante è che questi esercizi possono essere facilmente fatti su un piede solo e ciò permette di eseguire l'antitorsione della gamba ed effettuare l'antirrotazione del bacino e del tronco.

Cambiando l'altezza, la posizione e la distanza di rialzo e la posizione del piede si ottiene facilmente il potenziamento di quei muscoli che hanno un ipotono, per esempio il m. quadricipite femorale o il m. gluteo grande ed aumenta la forza trazionale dei m. paravertebrali nella direzione desiderata (è pacifico che le posizioni, le distanze, ecc. fra i piedi ed il rialzo ed il baricentro che cade sulla superficie d'appoggio nel punto medio fra i due piedi a circa 4-5 cm. (7) anteriormente dall'articolazione tibio-tarsica, devono essere individuati solo da un medico).

Questi esercizi iniziano dai pesi minimale per arrivare gradualmente a sovraccarichi massimali e sono associati alla massima estensibilità (**stretching con i pesi**) dell'apparato arto-legamentoso ed una respirazione forzata. L'autore denominato questa particolare ginnastica **respi-isovibrodinamica dandola** seguente definizione: "La respi-isovibrodinamica

è un particolare, intenso e prolungato processo di contrazione-stiramento durante il quale si sviluppa una vibrazione muscolare provocando il coinvolgimento dei muscoli principali, accessori e di quelli respiratori (respirazione forzata) e lo spostamento dei capi d'origine e d'inserzione dei muscoli attraverso una graduale alternanza dei movimenti artro-muscolari, bloccando quest'ultimi nella fase inspiratoria".

Vorrei brevemente descrivere i tipi di contrazione che formano insieme la respi-isovibrodinamica:

- Contrazione statica (o isometrica): si viene a sviluppare la massima tensione, ma non si verifica alcuno spostamento;
- Contrazione dinamica (o isotonica): si viene a sviluppare la tensione e contemporaneamente si realizza uno spostamento dei punti d'origine e d'inserzione muscolare (8);
- Contrazione iso-vibrometrica (o isometrica prolungata): si viene a sviluppare, senza alcuno spostamento, la massima tensione prolungata per oltre 6 secondi, finché i muscoli non cominciano fortemente a tremare, in pratica a vibrare.

La metodologia dell'iso-vibrometria e della respi-isovibrodinamica sono stati entrambi da me cognati sulla base seguenti concetti fisiologici: adattamento funzionale, abitudine, memoria, isometria prolungata, microvibrazione.

È ovvio che in presenza d'alterazioni dell'articolazione sacro-iliaca ecc. prima agli atleti potrebbe essere necessari trattamenti di riflessoterapie (agopuntura, elettro-stimolazione, vacuumterapia, mobilizzazioni ecc.) precedute da un'accurata ed approfondita visita Neuro-ortopedica. Quest'ultima crea enormi vantaggi per gli atleti, poiché permette non solo di fare diagnosi precise, ma evidenzia anche gli errori motori consentendo un adeguato trattamento medico per prevenire i traumi.

Anche la preparazione atletica diventa più precisa e personalizzata permettendo di diminuire i difetti costituzionali e funzionali degli atleti ed aumentando ancora di più i pregi dell'atto motorio, della coordinazione e dell'equilibrio.

Usando costantemente questo piano di lavoro è possibile ottimizzare le prestazioni di qualsiasi sportivo, migliorare le sue caratteristiche psicofisiche, perfezionare il rendimento del lavoro, ottenendo risultati migliori durante le competizioni (9).

P.S. È ovvio che questi esercizi portando il bacino degli sportivi in anteroversione ed "eliminando" anterolaterali - o posterizzazione del bacino assicurano il

mantenimento del portamento dinamico e possono migliorare perciò anche le prestazioni degli sportivi in tutte le attività dell'atletica leggera e le discipline confinante, cioè il salto in alto, il salto triplo, la marcia, la corsa, la corsa ad ostacoli ecc.



BIBLIOGRAFIA

- (1) KORENBERG V. *Principi dell'analisi qualitativa biomeccanica*. Roma: Società Stampa Sportiva, 1983.
- (2) IBRAGUIMOV T. *Riflessioni sull'ortopedia funzionale*. Verona medica, Legnago (Vr), LitoTipo Girardi, 5: 19-25.
- (3) DONSKOJ D, ZATZIORSKIJ V. *Biomeccanica*. Roma: Società Stampa Sportiva, 1983.
- (4) KAPANDJI I. *Fisiologia articolare*. Vol. II. Arto inferiore. Roma: Marrapese editore Demi, 1977.
- (5) KAPANDJI I. *Fisiologia articolare*. Vol. III. Tronco e rachide. Roma: Marrapese editore Demi, 1977.
- (6) IBRAGUIMOV T. *Lateroinclinazioni di 45°*. Milano: Professione fitness, 2: 20-23, 2001.
- (7) VESELOVSKIJ V., MICHAJLOV M., SAMITOV O. *La diagnostica delle sindromi d'ostecondrosi della rachide*. Casan: Università di Casan, 1990.
- (8) STECCHI A. *Biomeccanica degli esercizi fisici*. Cesena (FC): Erika Editrice, 2004.
- (9) IBRAGUIMOV T. *Il ruolo del medico*. Milano: Professione fitness, 2: 22-24, 2000.