

FISIOPATOLOGIA DEL SOVRACCARICO FUNZIONALE

A. VENERANDO

Questa tavola rotonda sulla fisiopatologia dell'apparato locomotore da sovraccarico funzionale degli atleti ripropone un argomento che da circa un cinquantennio ha richiamato l'attenzione della medicina sullo sport.

Dalle ricerche di Heiss sugli atleti partecipanti ai Giochi Olimpici di Amsterdam, contemporanee a quelle di Baetzner pubblicate nel 1928, le lesioni croniche dell'apparato locomotore degli atleti hanno interessato una vasta schiera di ricercatori fino ai giorni nostri. La caviglia, il ginocchio, il gomito o la spalla dell'atleta di questo o quello sport sono stati descritti reiteratamente, quindi inquadrati come lesioni meccanotraumatiche o micropolitraumatiche, o da usura ecc.

Io stesso nel 1953 presentai alle terze giornate reumatologiche di Roma una lunga rassegna di cosiddette piccole reumopatie prevalentemente articolari fino ad allora descritte nei differenti sport. Dal danno articolare da sport, dalle atlopatie osteo-articolari da sport secondo Bedeschi e Polacco, l'interesse si è in seguito spostato sulla patologia tendinea, sulle tendinopatie degli atleti; queste, peraltro, già notate in precedenza, hanno polarizzato drammaticamente l'attenzione dell'intero mondo sportivo negli ultimi venti anni, specie con la diffusione quasi contemporanea delle tecniche di allenamento con sovraccarichi e dei terreni in conglomerati plastici.

La patologia del tendine e dei suoi punti di attacco ossei è perciò divenuta argomento di studio e di ricerca sia dal punto di vista fisiopatologico e clinico, sia per i problemi preventivi e terapeutici che presenta.

L'interesse antico e recente per le lesioni croniche dell'apparato locomotore degli atleti (e non solamente per quelle articolari e tendinee, ma anche per quelle osteo-distrofiche) che ha accumulato tanta mole di contributi nella letteratura ortopedico-traumatologica, reumatologica e medico-sportiva mondiale, non ha però esaurito l'argomento particolarmente per quanto attiene la conoscenza del meccanismo patogenetico esercitato dal sovraccarico funzionale sulle strutture dell'apparato locomotore.

Di estremo interesse in questo campo sono i recenti contributi di Perugia e collaboratori di istopatologia tendinea, sulla base dei quali è già possibile intravedere quale sia l'effetto del sovraccarico funzionale in rapporto alle differenti strutture del tendine, alla durata ed entità dello stimolo, alla reattività individuale ed all'età del soggetto.

Pur nella tirannia del tempo a disposizione io ed i miei collaboratori cercheremo di mettere a fuoco, sulla base della documentazione in

nostro possesso e dei dati della letteratura, quanto attiene il meccanismo fisiopatologico del sovraccarico funzionale che rappresenta il comune denominatore delle lesioni croniche dell'apparato locomotore degli atleti.

Qualora noi consideriamo il termine sport nel senso più ampio, a differenza di quanto in senso più restrittivo solitamente viene inteso nell'ambito sportivo e medico-sportivo, conviene distinguere nei confronti dell'effetto sull'apparato locomotore:

- a) il tipo di sport;
- b) le modalità con le quali viene praticato.

Le attività sportive possono perciò essere suddivise, in rapporto alle modalità del carico (durata, intensità e frequenza) nei seguenti gruppi:

1) Attività nelle quali è richiesto il mantenimento di tensioni muscolari isometriche a scopo posturale.

Tensioni muscolari *costanti*, momentanee o prolungate:

- a) *submassimali*: sport motoristici, tiro a segno.
- b) *massimali*: in alcuni momenti dei salti con l'asta, dei lanci, della lotta, del sollevamento pesi, del rugby, della vela ecc.

2) Attività nelle quali è richiesta la ripetizione ciclica dello stesso gesto.

Tensioni muscolari *ripetute*:

- a) *submassimali*: corse, nuoto, ciclismo, marcia, canoa, canottaggio, pattinaggio, sci di fondo.
- b) *massimali*: salti, pallacanestro, pallavolo, calcio.

3) Attività nelle quali è richiesta l'esecuzione di un gesto singolo o di pochi gesti, con massimo reclutamento di forza nel più breve tempo possibile (attività di massima potenza muscolare): lanci, corse veloci, corsa ad ostacoli, salti.

Questa classificazione vuole mettere in evidenza il tipo di impegno che caratterizza, dal punto di vista biomeccanico, i vari sport. E' questo un indirizzo che seguiamo da tempo al fine non solamente di meglio analizzare i movimenti fondamentali di uno o di un gruppo di sport e di poter rilevare le doti attitudinarie, ma anche di comprendere e prevedere il meccanismo fisiogenetico degli adattamenti e quello fisiopatologico delle lesioni da sovraccarico funzionale.

Sotto quest'ultimo aspetto è opportuno sottolineare il ruolo che assume, oltre al gesto od ai gesti sportivi tipici che vengono effettuati nella competizione, l'insieme degli esercizi eseguiti in allenamento. Essi sono codificati in vari metodi tecnici, come ad esempio l'allenamento con sovraccarichi di varia entità (body building, metodo della pesistica ecc.) e di questo occorre naturalmente tener conto quando sono impiegati in uno sport che, come movimento tipico, non sviluppi massime tensioni muscolari.

L'effetto dell'attività sportiva è ancora molto variabile a seconda di come viene praticata; esistono differenze sul piano non solamente del dispendio energetico, ma anche su quello dell'usura, per uno stesso tipo di sport qualora questo venga effettuato come semplice attività addestrativa, oppure di mantenimento, oppure agonistica a medio od alto

livello; se quest'ultima implica frequenti competizioni, ecc; se infine il rischio infortunistico è di grado elevato o meno.

Quanto riguarda la traumatologia, comunque, non rientra nel contesto degli effetti dell'attività fisica e degli sport, visti sotto il profilo biologico sul quale vorrei basarmi per svolgere, non solo sul piano dottrinario, ma anche pratico, il mio discorso introduttivo.

L'attività fisica rappresenta per l'organismo umano uno stimolo fondamentale per la sua omeostasi, cioè per il suo equilibrio metabolico e funzionale; in particolare, l'apparato locomotore dimostra, con i suoi positivi adattamenti morfo-funzionali, l'assoluta validità di questa legge biologica.

L'adattabilità morfo-funzionale dell'organismo deve essere considerata, alla luce delle moderne acquisizioni, un *continuum* che va da un minimo ad un massimo, sul quale agiscono fattori genetici ed ambientali.

Il posto occupato da ogni individuo in questo *continuum*, cioè il grado di adattabilità, dipende appunto dalla costituzione individuale e dalle modalità con le quali gli stimoli dell'ambiente e pertanto anche l'attività fisica, hanno agito ed agiscono su di lui.

Questo processo dinamico, ben chiaro per tutte le principali funzioni fisiologiche, trova a livello cellulare e molecolare molte prove obiettive della sua realtà; in ogni caso, comunque, si possono verificarne gli effetti, anche se non sono noti dettagliatamente gli intimi meccanismi che li provocano.

Tuttavia, se si osservano gli effetti del movimento a livello dei sistemi di trasporto emocardiorespiratori e degli effettori muscolari ed ossei, così come a livello dei sistemi regolatori nervoso ed endocrino, ci si può rendere conto dell'entità dei poteri adattativi della macchina corporea.

L'allenamento fisico, inteso come espressione dell'adattabilità umana, trova in quella ai vari sport specifiche manifestazioni che dimostrano le facoltà di risposta selettive possedute dall'organismo, sia sul piano quantitativo che qualitativo.

La biologia sperimentale, che sta dedicando largo interesse all'attività fisica sotto il profilo teorico ed applicativo, ha portato notevoli contributi al problema, anche dal punto di vista ontogenetico.

Per quanto concerne in particolare l'apparato locomotore, è noto che oltre ad esistere differenze interindividuali di adattabilità delle strutture connettivali (ossee, muscolari, legamentose, tendinee ecc.) esiste anche una risposta adattativa di grado molto differente a seconda dell'età e particolarmente durante l'accrescimento.

Ciò è dimostrato per l'ipertrofia da lavoro non solamente del muscolo, ma anche del tendine; queste strutture risultano, specie il tendine, maggiormente suscettibili di ipertrofizzarsi qualora vengano a coincidere gli stimoli fisiologici dell'accrescimento con quelli dell'esercizio fisico.

D'altra parte, recenti ricerche sulle risposte ormonali che sono indotte da vari tipi di allenamento hanno dimostrato che l'ormone della crescita aumenta significativamente ed è probabilmente questo che

concorre a catalizzare molti degli adattamenti strutturali che, sia pure per sommi capi, prenderemo in esame.

L'importanza di queste nozioni, addirittura intuitiva, consente di comprendere come l'attività fisica regoli il trofismo delle strutture connettivali e come la sua limitazione o la sua soppressione ne provochi il deterioramento.

Non è qui il caso di approfondire il tema della « ipocinesi », cioè degli effetti della scarsa attività fisica e della immobilità; certo si è che i rapidi fenomeni regressivi e catabolici che essa induce e che regrediscono con la ripresa dell'attività hanno permesso ai ricercatori di definire con maggiore precisione il ruolo che svolge l'attività fisica sulle strutture e funzioni dell'organismo attraverso una precisa ed approfondita analisi dei suoi effetti.

Questi sono stati messi in evidenza per quanto riguarda l'osso fino dal secolo scorso: le osservazioni di Roux e di Wolff (1884), le dimostrazioni più recenti di Pauwels, hanno consentito di formulare l'ipotesi interpretativa attuale della interazione degli stimoli di forza e tensione per spiegare la permanente capacità di modellamento e rimodellamento della componente apparentemente più rigida e stabile dell'apparato locomotore.

Tutto ciò è ben noto a tutti e non vi insisteremo. D'altra parte, l'esercizio fisico promuove l'attività anabolica sull'osso; ciò è stato studiato in atleti da Eigenberg e Gordon, da Ragan e Briscoe sull'uomo e, nell'animale, da molti altri ricercatori.

Anche le cartilagini articolari vivono per il movimento e del movimento stesso. Ingelmark e Ekholm in una serie recente di lavori hanno dimostrato che sono sufficienti 10 minuti di corsa per realizzare un aumento dello spessore del 10% della cartilagine; che dopo somministrazione di oro colloidale radioattivo il movimento determina un aumento della radioattività della sinovia e della cartilagine articolare.

Come è noto, il collagene è nei mammiferi la più abbondante delle proteine, costituendo circa il 30% delle proteine corporee. E' stato dimostrato sperimentalmente che l'allenamento determina l'aumento della percentuale del collagene delle ossa e dei legamenti; la resistenza di questi ultimi è aumentata nel cane allenato.

Con gli adattamenti del muscolo, sui quali non ci soffermeremo data la macroscopica evidenza del fenomeno dell'ipertrofia che si realizza nel lavoro muscolare, possiamo concludere il nostro giro di orizzonte, che si prefiggeva lo scopo di fornire una sia pure incompleta documentazione della innegabile esistenza di una solidarietà biologica tra formazioni anatomicamente differenti (in quanto teleologicamente predisposte per espletare compiti diversi e specializzati), ma strettamente interdipendenti nell'apparato che assicura il movimento.

Non vi è dubbio che questa solidarietà si esprime anche attraverso l'ampia facoltà adattativa, nei confronti di questa sua funzione specifica, e da questa stessa indotta, costituita dalla somma degli adattamenti di ognuna delle strutture che compongono l'apparato locomotore.

L'attività fisica assume in questo contesto e sotto questo profilo il significato di stimolo specifico, positivo e necessario alla formazione

ed alla conservazione della migliore efficienza e del più valido equilibrio di ognuna delle strutture che compongono l'apparato locomotore.

Ma il problema che si apre immediatamente e che si è sempre imposto all'attenzione del fisiologo e del medico di fronte all'uomo normale, all'atleta oppure all'handicappato da riabilitare, è quello di definire i limiti minimi e massimi della quantità di esercizio fisico che possa considerarsi una dose utile per ottenere gli effetti positivi prima delineati. E' questo un problema ancora insoluto e, direi, difficile a risolversi qualora si pensi alla variabilità interindividuale delle risposte che, come abbiamo sottolineato, è piuttosto ampia di fronte ad uno stimolo identico. Così come, con uno stesso sistema di allenamento, non si ottengono tutti campioni olimpionici — per il diverso patrimonio di attitudini che la Natura ha elargito ad ognuno — altrettanto può dirsi che, entro certi limiti, lo stesso carico di esercizio fisico può risultare eccessivo in un soggetto ed insufficiente od inefficace in un altro.

Quest'ultima affermazione è chiaramente un'iperbole; ma il suo significato risulta certamente meno fantascientifico e più aderente alla realtà biologica, qualora si considerino viceversa le attività sportive ad altissimo livello, che rappresentano un uso ed un'usura spinta al massimo; per cui a questi livelli di stimolo massimale i poteri di adattamento dell'individuo sono cimentati fino e talora oltre il limite del fisiologico. Il campione sportivo, sotto questo profilo, è certamente un'eccezione sulla scala biologica, ma nonostante il suo formidabile patrimonio genetico, egli corre sul filo del rasoio del sovraccarico funzionale, per cui può bastare un nonnulla perché si abbia lo scompenso del suo prodigioso equilibrio.

La fisiopatologia da sport dell'apparato locomotore, escludendo ovviamente ogni riferimento alla traumatologia, comprende tutta una serie di processi che hanno come denominatore comune essenzialmente un fenomeno di disadattamento, definito come la rottura delle possibilità di risposta compensatrice delle strutture preposte al movimento per effetto del movimento stesso.

Questo fenomeno di disadattamento assume in genere i caratteri di un processo infiammatorio, della cosiddetta flogosi traumatica cronica, la quale con le sue fasi reattive e riparative, ha un significato finalisticamente difensivo.

Un altro aspetto, nel quale può configurarsi il disadattamento, è quello di un processo degenerativo, come si riscontra di solito a livello articolare per la sproporzione prolungata fra la resistenza delle cartilagini e l'intensità della sollecitazione meccanica.

Ed infine, un terzo aspetto può essere quello osteo-distrofico, almeno come espressione clinica finale nelle cosiddette fratture da durata.

Il meccanismo fisiopatologico del sovraccarico funzionale, o dell'iperuso funzionale, o del polimicrotraumatismo o dell'usura meccanica (comunque si voglia chiamare l'agente etiologico che stiamo prendendo in esame) è squisitamente endogeno anche se può riconoscere varie concause determinanti o favorenti esogene.

In ogni caso, qualsiasi sia la definita manifestazione che può assumere a livello delle diverse strutture il sovraccarico funzionale delle

stesse, si deve ammettere che esso abbia un effetto lesivo cellulare (rottura delle membrana cellulare, indi della membrana lisosomiale e diffusione degli enzimi proteolitici lisosomiale). Il meccanismo della flogosi è così innescato, con tutte le conseguenze ben note o ipotizzate che comportano la serie di eventi biochimici, anatomici e clinici della reazione flogistica. Ma il sovraccarico funzionale di cui trattasi non è fenomeno che nella realtà, cioè nella pratica di un'attività sportiva, costituisca un episodio momentaneo isolato; esso è caratterizzato dalla ripetizione, dalla continuità degli stimoli flogogeni che portano ad una situazione nella quale la riparazione del precedente insulto lesivo diventa sempre più problematica ed inattuabile. Nel sovraccarico funzionale la caratteristica fondamentale del processo reattivo è quella della impossibilità della riparazione e dell'instaurarsi di fenomeni regressivi.

Evidentemente in questa ipotesi patogenetica si può ammettere tutta una gamma infinita di combinazioni, per cui l'entità e la vivacità di un processo flogistico, la sua tendenza alla guarigione o alla cronicizzazione sono evidentemente la risultante tra quantità e durata dell'azione microtraumatica da un lato e capacità riparativa del tessuto dall'altro, essendo quest'ultima di importanza preponderante. La capacità riparativa è strettamente correlata con quella riproduttiva delle cellule di un tessuto; per cui risulta che quelle cosiddette stabili e perenni (nel nostro caso le cellule muscolari e quelle tendinee) hanno scarsa a nulla capacità rigenerativa una volta distrutte e la riparazione può avvenire solamente per sostituzione connettivale indifferenziata.

In conclusione il carico funzionale, determinato dall'allenamento ai vari sport, esplica a livello delle strutture connettivali dell'apparato locomotore effetti fisiologici di adattamento di vario grado, consistenti in genere in una ipertrofia, in una maggiore resistenza meccanica alle sollecitazioni ed in un aumento, come nel caso del muscolo, della specifica capacità funzionale.

Tali processi adattativi si rendono più evidenti a livello delle strutture più sollecitate dall'atto sportivo specifico; questo per aumento della sua intensità e durata e/ o per il concorso di concause diverse endogene ed esogene (dimostrabili o ipotizzabili) può assumere il ruolo del sovraccarico meccanico-traumatico, microlesionale con la conseguente comparsa di processi reattivi che, per il perdurare del sovraccarico funzionale, possono assumere il carattere di fenomeni degenerativi, con un'evidenza clinica più o meno marcata.

BIBLIOGRAFIA

- Baetzner W.: Sportschaeden am Bewegungsapparat-Urban Schwarzenberg ed. Berlin 1927.
- Boni M.: Etiopatogenesi, anatomia patologica, clinica e terapia delle lesioni traumatiche dei tendini - Rel. XLVI Congresso S.I.O.T., Roma 1961.
- Boot F.W., Gould E.W.: Effects of training and disuse on connective tissue. In Exercise and Sports Sciences Reviews di J.H. Wilmore e L.J.F. Keogh vol. 3, Academic Press, New York 1975.
- Burry H.C.: Soft tissue injury in sport. In Exercise and Sports Sciences Reviews - Ed. J.H. Wilmore e J.F. Keogh, vol. 3, Academic Press, New Yor 1975.

- Crisp Y.D.C.: Properties of tendon and skin. In Fung Y.C. e Coll.: Biomechanics - Prentice Hall ed. Englewood Cliffs, 1972.
- Elliott D.H.: Structure and function of mammalian tendon. Biol. Rev. 40, 392, 1965.
- Giordano A.: Anatomia patologica dei piccoli traumi. Med. Sport. 20, 651, 1967.
- Krakl H., Plane R.: Schnenrupturen nack kortisoninjectionen. Med. u. Suort 11, 264, 1971.
- La Cava G.: Lesioni croniche polimicrotraumatiche da sport. Med. Sport, 12, 351, 1958.
- Lucherini T., Cervini C.: Medicina dello Sport. Società Editrice Universo, Roma 1960.
- Perugia L., Ippolito E., Postacchini F.: Patologia e clinica delle lesioni tendinee da sport. Med. Sport 30, 85, 1977.
- Shephard R.Y., Sidney K.H.: Effects of physical exercise on plasma growth hormone and cortisol levels in human subjects. In: Exercise and Sports Sciences Reviews di Y.H. Wilmore e Y.F. Kesgh, vol. 3, Academic Press, New York 1975.
- Tittel K., Otto H.: Der einfluss cines lauftrainiggs unterschiedlicher und intensitat auf die hypertrophie, zugfestigkeit und dehungsfahigkeit des staffen, kollagenen bindgewebs. Med. u. Sport 10, 308, 1970.
- Venerando A., Terzani G.: Piccole reumatapie e sport. Atti 2° Giornate reumatologiche, Roma 1953.
- Venerando A.: Malattie reumatiche e medicina dello sport. Clin. Terapeutica 27, 591, 1963.
- Venerando A.: Prevenzione delle lesioni muscolo-tendinee da sport. Med. Sport 27, 180, 1974.
- Venerando A.: Traumatologia in: Venerando A., Lubich T., Dal Monte A., Matraccia S., Montanaro M., Odaglia G., Vecchiet L.: Medicina dello Sport. Società Editrice Universo, Roma 1974.