

L'ANALISI STRUMENTALE NELLA DIAGNOSI E PREVENZIONE DELLA PATOLOGIA DA SOVRACCARICO DEL PIEDE

Roberto Viganò

Istituto Ortopedico "Gaetano Pini" - Milano

In tutte le attività sportive agonistiche ad alto livello è ormai riconosciuto il ruolo che sollecitazioni massimali e sovra-massimali dell'apparato locomotore, il cosiddetto *sovraccarico*, rivestono nella genesi di determinate patologie e del piede e dei segmenti sovrappodali.

Se si parla di sovraccarico, cioè di un aumento più o meno elevato del carico "normale", bisogna essere in grado di valutare quantitativamente questo incremento e quindi avere a disposizione metodiche e strumentazioni dedicate a questo scopo.

Il sovraccarico può essere definito in vari modi.

Può essere *oggettivo*, legato cioè alla particolare tecnica di un gesto atletico che lo comporta indipendentemente dall'atleta che lo esegue, oppure *soggettivo* dove invece occorre considerare alcune variabili, direttamente

dependenti dall'atleta e da particolari condizioni di gara o di allenamento, che concorrono a raggiungerlo.

Tali variabili sono:

- il livello di performance;
- la struttura ed il peso dell'atleta;
- il coordinamento motorio;
- la superficie del terreno di gara e di allenamento.

È noto, ad esempio, come il picco massimo di forza scambiata tra piede e terreno sia differente per intensità e per durata nelle varie discipline sportive (Tab. 1).

Accanto a criteri di tipo epidemiologico - valutazione statistica delle patologie più frequenti suddivise per specialità atletica - è l'analisi strumentale, intesa soprattutto come analisi quantitativa, a fornirci l'esatta misura del sovraccarico, delle sue modalità di insorgenza e della sua evoluzione in funzione del tempo.

L'analisi strumentale può essere rivolta a vari aspetti della biomeccanica:

- cinematica;
- forza e momento reattivi;
- pressioni locali;
- carichi articolari.

la *cinematica* studia il movimento e quindi non ci fornisce alcun riscontro relativo alla misura del sovraccarico.

Le *reazioni al terreno* forniscono una misura globale che, attraverso la correlazione con altri elementi e l'interpretazione dei dati, portano ad una valutazione del sovraccarico.

Le *pressioni* danno una informazione specifica anche se limitatamente alla misura del sovraccarico verticale plantare.

La cinematica, le reazioni e le pressioni consentono di formulare *modelli* che forniscono dati approssimati solo attraverso complesse operazioni di calcolo.

Lo studio delle pressioni ha visto, negli ultimi anni, proporre diverse metodiche basate sull'utilizzo di sensori di vario tipo, ma poche di esse rispondevano ai criteri fondamentali di precisione, facilità di impiego e riproducibilità dell'esame.

Da circa due anni è stato messo a punto negli Stati Uniti un sistema, definito *F-Scan*, che consente di ottenere in tempo reale la distribuzione delle forze verticali all'interfaccia piede-calzatura. Il sistema *F-Scan* sfrutta la proprietà di trasduttori elettrici inseriti in sottili film di materiale plastico dello spessore inferiore al decimo di millimetro e distribuiti con densità di 4 per cmq. Si possono quindi ottenere solette ritagliate riproducendo esattamente il perimetro del piede del soggetto da esaminare e la dima della base della sua calzatura (Fig. 1). Il collegamento con l'unità di elaborazione avviene tramite cavi della lunghezza di oltre 10 metri e quindi l'esame del cammino o della corsa su tapis-roulant così come l'esecuzione di salti o balzi può essere condotto con trascurabili condizionamenti sull'atleta.

Tabella 1

SPORT	F max (x peso corp)	TEMPO (sec)
MARCIA	1,7-2,2	0,3-0,4
CORSA	2,5-3,5	0,4-0,6
SPRINT	3,0-3,8	0,1-0,2
SALTO	7,0-9,0	0,2-0,4
CALCIO (tiro)	2,5-4,0	0,4-0,6
RUGBY (mischia)	1,3-1,8	1,0-8,0

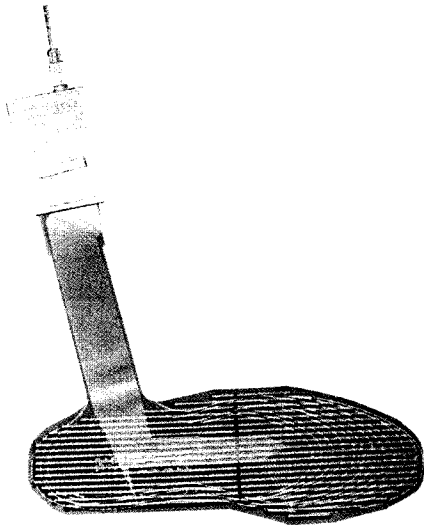


Figura 1 - Soletta sensibile del sistema F-Scan e relativo connettore.

Il software dedicato di questo sistema consente la riproduzione di ricostruzioni bi e tridimensionali della distribuzione delle pressioni durante l'appoggio del piede; ciò rende particolarmente agevole il riconoscimento di aree con distribuzione anomala della pressione plantare stessa (Fig. 2). La situazione della soletta a sensori all'interfaccia piede/calzatura consente la verifica oggettiva dell'azione indotta sull'appoggio da ortesi plantari personalizzate e quindi di intervenire eventualmente con opportune modifiche. La possibilità di stampare questi grafici in dimensioni reali consente al tecnico ortopedico di situare con precisione geometrica i vari spessori delle ortesi stesse.

Studiando con il sistema F-Scan il cammino e la corsa di alcuni atleti nazionali si è potuto verificare l'appoggio del piede, scomponendolo in tre fasi principali: impatto, rullata, spinta.

Si è quindi potuto osservare come gli atleti abbiano modalità di impatto differenti e sostanzialmente costanti in rapporto alla specialità. I velocisti hanno un impatto in regione metatarsale, i mezzofondisti a livello del mesopiede (base del 5° metatarsale), i maratoneti al tallone. In atleti della medesima specialità si è potuto riscontrare sensibili differenze, potendo quindi riconoscere modalità di im-

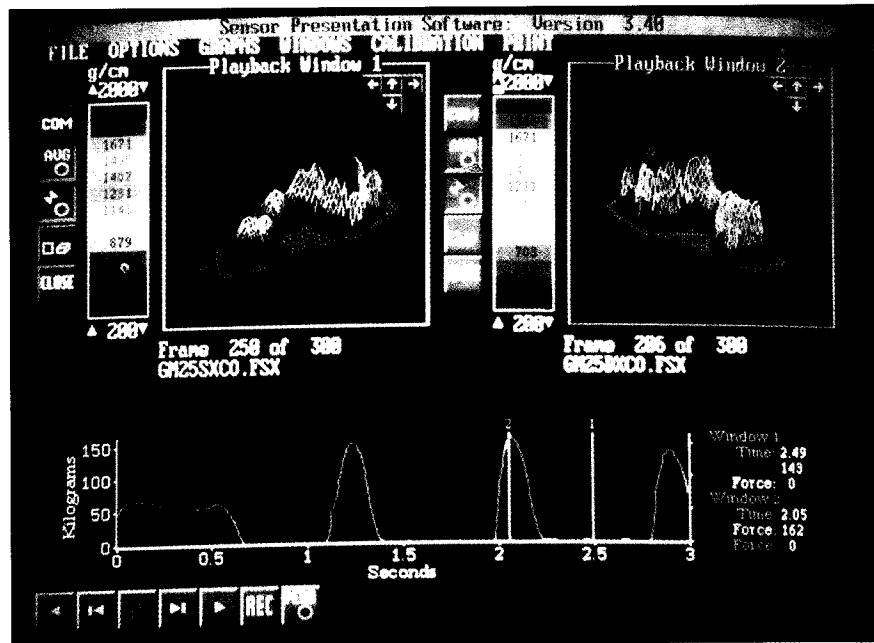


Figura 2 - Rappresentazione tridimensionale della distribuzione delle pressioni plantar in corrispondenza del picco massimo durante la corsa. Si nota l'iperpressione localizzata in corrispondenza della testa del 2° metatarsale sinistro, rispetto ad una distribuzione più ampia a destra.

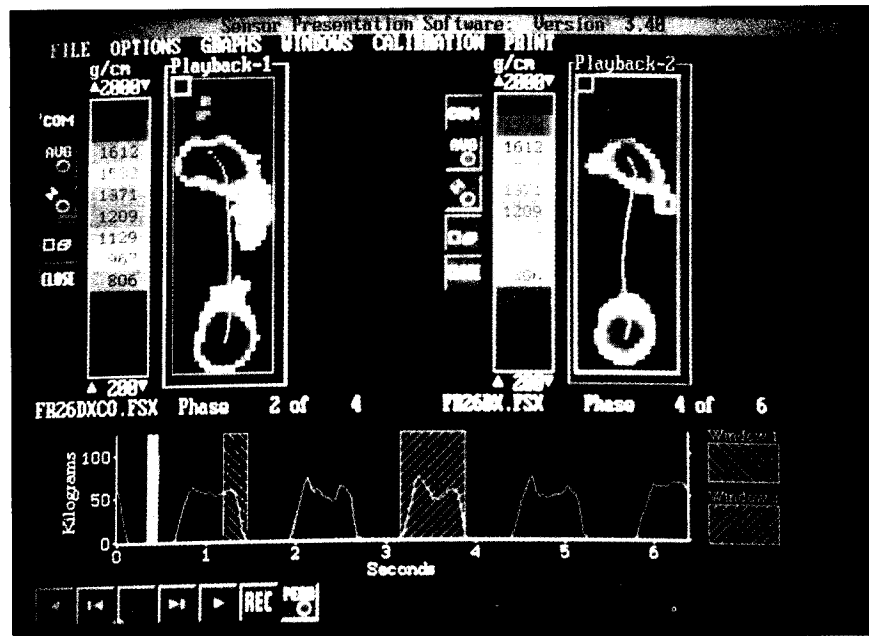


Figura 3 - Rappresentazione dell'intera fase di appoggio del piede destro del medesimo atleta durante la corsa (a sin.) ed il cammino (a dx). Si può notare l'iper-pronazione durante la rullata nel cammino ed il relativo deficit del massimo di spinta (diagramma verde).

patto con maggiore sovraccarico - riscontro di iperpressioni localizzate - e quindi potenzialmente patogene.

La fase della rullata è quella che sicuramente fornisce le indicazioni più suggestive per lo studio di elementi indiretti di sovraccarico delle strutture podaliche e sovrapodaliche.

La traiettoria dei punti definiti come COF (Center Of Force) dimostra come il piede durante il trasferimento del carico in senso longitudinale e trasversale possa subire sollecitazioni "fisiologiche" oppure in supinazione eccessiva o, più frequentemente, in eccessiva pronazione (Fig. 3).

La pronazione eccessiva può situarsi temporalmente o immediatamente dopo il contatto con il suolo, oppure più tardivamente quasi in fase di spinta. In entrambi i casi si osserva comunque costantemente una relativa riduzione del picco della forza verticale in fase di spinta ed un sovraccarico del versante mediale dell'avam-

pie. La maggior parte degli atleti nei quali si è riscontrata una iper-pronazione, clinicamente rilevavano un più o meno accentuato varismo dell'avampiede, quasi sempre di grado differente nei due piedi. Anche l'analisi strumentale è stata in grado di discriminare questa differenza con rilievi dinamici differenti tra i due appoggi.

La possibilità di eseguire analisi comparative ha permesso di verificare un'adeguata correzione di questi casi con l'impiego di ortesi plantari costruite in modo tale, ad esempio, da compensare il varismo del piano metatarsale. Un corretto andamento della traiettoria dei COF giustifica la considerazione di aver eliminato una causa di sovraccarico del piede durante la rullata, così come una diminuzione di un picco localizzato di iperpressione durante la fase di impatto o di spinta.

L'analisi strumentale, nel caso speci-

fico il rilievo delle pressioni plantari, ci consente prima di tutto di riconoscere una situazione di sovraccarico e quindi di analizzare le modalità ed i tempi di insorgenza. Una volta riconosciuti questi elementi si ha la possibilità di verificare l'efficacia degli interventi di correzione e/o di compenso messi in atto.

Per quanto riguarda il piede si può concludere che l'esatta esecuzione del gesto atletico, conseguente ad un corretto allenamento fisico e tecnico, comporta sicuramente un maggior controllo del sovraccarico oggettivo, mentre il riconoscimento di alterazioni anatomo-patologiche dell'assetto e della fisiologia articolare del piede e dei segmenti sovrapodalici e quindi il loro compenso, accanto all'utilizzo di calzature specialistiche adatte possono ridurre drasticamente le condizioni di sovraccarico soggettivo e le patologie ad esso correlate.